

**MIXTURES OF ORGANIC EMISSIVE SEMICONDUCTORS AND MATRIX MATERIALS, THEIR USE AND ELECTRONIC COMPONENTS COMPRISING SAID MATERIALS****Publication number:** WO2005003253**Publication date:** 2005-01-13**Inventor:** BECKER HEINRICH (DE); GERHARD ANJA (DE);  
STOESSEL PHILIPP (DE); VESTWEBER HORST (DE)**Applicant:** COVION ORGANIC SEMICONDUCTORS (DE);  
BECKER HEINRICH (DE); GERHARD ANJA (DE);  
STOESSEL PHILIPP (DE); VESTWEBER HORST (DE)**Classification:****- international:** C09K11/06; H01L51/30; H01L51/50; C09K11/06;  
H01L51/05; H01L51/50; (IPC1-7): C09K11/06;  
H01L51/30**- european:** H01L51/00M6F; C09K11/06; H01L51/00M6;  
H01L51/00M6D; H01L51/00M6H**Application number:** WO2004EP07421 20040707**Priority number(s):** DE20031030761 20030707; DE20031055380 20031125**Also published as:**WO2005003253 (A3)  
EP1644459 (A3)  
EP1644459 (A2)  
EP1644459 (A0)**Cited documents:**XP001132787  
XP001143529  
XP004255468  
XP001052648  
XP002308248  
more >>**Report a data error here****Abstract of WO2005003253**

The invention relates to novel material mixtures on the basis of at least two substances, one being the matrix material and the other one being an emissive emission material and comprising at least one element having an atom number greater than 20. The invention also relates to the use of these materials in electronic components such as electroluminescence elements and displays.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Januar 2005 (13.01.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2005/003253 A2**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C09K 11/06,  
H01L 51/30

(74) Anwälte: DÖRR, Klaus usw.; Industriepark Höchst,  
Gebäude F 821, 65926 Frankfurt am Main (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/007421

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Juli 2004 (07.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 30 761.3 7. Juli 2003 (07.07.2003) DE  
103 55 380.1 25. November 2003 (25.11.2003) DE

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): COVION ORGANIC SEMICONDUCTORS  
GMBH [DE/DE]; 65926 Frankfurt am Main (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Heinrich  
[DE/DE]; Eppsteiner Strasse 5, 65817 Eppstein-Niederjos-  
bach (DE). GERHARD, Anja [DE/DE]; Humboldtstrasse  
29, 97209 Veitshöchheim (DE). STÖSSEL, Philipp  
[DE/DE]; Hortensienring 17, 65929 Frankfurt (DE).  
VESTWEBER, Horst [DE/DE]; Denkmalstrasse 6,  
34330 Gilserberg-Winterscheid (DE).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu ver-  
öffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MIXTURES OF ORGANIC EMISSIVE SEMICONDUCTORS AND MATRIX MATERIALS, THEIR USE AND  
ELECTRONIC COMPONENTS COMPRISING SAID MATERIALS

(54) Bezeichnung: MISCHUNGEN VON ORGANISCHEN ZUR EMISSION BEFÄHIGTEN HALBLEITERN UND MATRIX-  
MATERIALIEN, DEREN VERWENDUNG UND ELEKTRONIKBAUTEILE ENTHALTEND DIESE

(57) Abstract: The invention relates to novel material mixtures on the basis of at least two substances, one being the matrix material  
and the other one being an emissive emission material and comprising at least one element having an atom number greater than 20.  
The invention also relates to the use of these materials in electronic components such as electroluminescence elements and displays.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt neuartige Materialmischungen aus mindestens zwei Substanzen,  
wobei die eine als Matrixmaterial dient und die andere ein zur Emission befähigtes Emissionsmaterial ist und welches mindestens  
ein Element der Ordnungszahl grösser 20 enthält und deren Verwendung in organischen elektronischen Bauteilen wie Elektrolumi-  
neszenzelementen und Displays.

WO 2005/003253 A2

Mischungen von organischen zur Emission befähigten Halbleitern und Matrixmaterialien, deren Verwendung und Elektronikbauteile enthaltend diese

Die vorliegende Erfindung beschreibt die Verwendung neuer Materialien und Materialmischungen in organischen elektronischen Bauteilen wie Elektrolumineszenzelementen und deren Verwendung in darauf basierenden Displays.

In einer Reihe von verschiedenartigen Anwendungen, die im weitesten Sinne der Elektronikindustrie zugerechnet werden können, ist der Einsatz organischer Halbleiter als Wirkkomponenten (= Funktionsmaterialien) seit geraumer Zeit Realität bzw. wird in naher Zukunft erwartet.

So finden schon seit etlichen Jahren lichtensitive organische Materialien (z. B. Phthalocyanine) sowie organische Ladungstransportmaterialien (i. d. R. Lochtransporter auf Triarylaminbasis) Verwendung in Kopiergeräten.

Der Einsatz spezieller halbleitender organischer Verbindungen, die zum Teil auch zur Emission von Licht im sichtbaren Spektralbereich befähigt sind, steht gerade am Anfang der Markteinführung, zum Beispiel in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen. Deren Einzelbauteile, die Organischen-Lichtemittierenden-Dioden (OLEDs), besitzen ein sehr breites Anwendungsspektrum als:

1. weiße oder farbige Hinterleuchtungen für monochrome oder mehrfarbige Anzeigeelemente (wie z. B. im Taschenrechner, für Mobiltelefone und andere tragbare Anwendungen),
2. großflächige Anzeigen (wie z. B. Verkehrsschilder, Plakate und andere Anwendungen),
3. Beleuchtungselemente in allen Farben und Formen,
4. monochrome oder vollfarbige Passiv-Matrix-Displays für tragbare Anwendungen (wie z. B. Mobiltelefone, PDAs, Camcorder und andere Anwendungen),
5. vollfarbige großflächige hochauflösende Aktiv-Matrix-Displays für verschiedenste Anwendungen (wie z. B. Mobiltelefone, PDAs, Laptops, Fernseher und andere Anwendungen).

Bei diesen Anwendungen ist die Entwicklung teilweise bereits sehr weit fortgeschritten; dennoch besteht immer noch großer Bedarf an technischen Verbesserungen.

Für einfachere OLEDs enthaltende Vorrichtungen ist die Markteinführung bereits erfolgt, wie die Auto-Radios der Firma Pioneer oder eine Digitalkamera der Firma Kodak mit "Organischem Display" belegen. Allerdings gibt es immer noch erhebliche Probleme, die einer dringenden Verbesserung bedürfen:

1. So ist v. a. die operative Lebensdauer von OLEDs immer noch gering, so daß bis dato nur einfache Anwendungen kommerziell realisiert werden können.

2. Die Effizienzen von OLEDs sind zwar akzeptabel, aber auch hier sind natürlich – gerade für tragbare Anwendungen ("portable applications") – immer noch Verbesserungen erwünscht.
3. Die Alterungsprozesse gehen i. d. R. mit einem Anstieg der Spannung einher. Dieser Effekt macht spannungsgetriebene organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, z. B. Displays oder Anzeige-Elemente, schwierig bzw. unmöglich. Eine stromgetriebene Ansteuerung ist aber gerade in diesem Fall aufwendiger und teurer.
4. Die benötigte Betriebsspannung ist gerade bei effizienten phosphoreszierenden OLEDs recht hoch und muß daher verringert werden, um die Leistungseffizienz zu verbessern. Das ist gerade für tragbare Anwendungen von großer Bedeutung.
5. Der benötigte Betriebsstrom ist ebenfalls in den letzten Jahren verringert worden, muß aber noch weiter verringert werden, um die Leistungseffizienz zu verbessern. Das ist gerade für tragbare Anwendungen besonders wichtig.
6. Durch die Vielfalt an Schichten ist der Aufbau der OLEDs komplex und technologisch sehr aufwendig. Daher wäre es wünschenswert, OLEDs mit einem einfacheren Schichtaufbau, der weniger Schichten benötigt, mit weiterhin guten Eigenschaften realisieren zu können.

Die oben unter 1. bis 7. genannten Gründe machen Verbesserungen bei der Herstellung von OLEDs notwendig.

Eine Entwicklung hierzu, die sich in den letzten Jahren abzeichnet, ist der Einsatz von metallorganischen Komplexen, die Phosphoreszenz statt Fluoreszenz zeigen [M. A. Baldo, S. Lamansky, P. E. Burrows, M. E. Thompson, S. R. Forrest, Applied Physics Letters, 1999, 75, 4-6]. Aus quantenmechanischen Gründen ist unter Verwendung metallorganischer Verbindungen eine bis zu vierfache Quanten-, Energie- und Leistungseffizienz möglich. Ob sich diese neue Entwicklung durchsetzen wird, hängt zum einen stark davon ab, ob entsprechende Device-Kompositionen gefunden werden können, die diese Vorteile (Triplet-Emission = Phosphoreszenz gegenüber Singulett-Emission = Fluoreszenz) auch in den OLEDs umsetzen können. Als wesentliche Bedingungen für die praktische Anwendung sind hier insbesondere eine hohe operative Lebensdauer, eine hohe Stabilität gegenüber Temperaturbelastung und eine niedrige Einsatz- und Betriebsspannung, um mobile Applikationen zu ermöglichen, zu nennen.

Der allgemeine Aufbau von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen ist beispielsweise in US 4,539,507 und US 5,151,629 sowie EP 01202358 beschrieben.

Üblicherweise besteht eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung aus mehreren Schichten, die mittels Vakuummethoden oder unterschiedlicher Druckmethoden aufeinander aufgebracht werden. Diese Schichten sind im einzelnen:

1. Eine Trägerplatte = Substrat (üblicherweise Glas oder Kunststoffolien).
2. Eine transparente Anode (üblicherweise Indium-Zinn-Oxid, ITO).

3. Eine Lochinjektions-Schicht (Hole Injection Layer = HIL): z. B. auf der Basis von Kupfer-phthalocyanin (CuPc) oder leitfähigen Polymeren, wie Polyanilin (PANI) oder Polythiophen-Derivaten (wie PEDOT).
4. Eine oder mehrere Lochtransport-Schichten (Hole Transport Layer = HTL): üblicherweise auf der Basis von Triarylamin-Derivaten, z. B. 4,4',4''-Tris(N-1-naphthyl-N-phenyl-amino)-triphenylamin (NaphDATA) als erste Schicht und N,N'-Di(naphth-1-yl)-N,N'-diphenyl-benzidin (NPB) als zweite Lochtransportschicht.
5. Eine oder mehrere Emissions-Schichten (Emission Layer = EML): diese Schicht (bzw. Schichten) kann teilweise mit den Schichten 4 bis 8 zusammenfallen, besteht aber üblicherweise aus mit Fluoreszenzfarbstoffen, z. B. N,N'-Diphenyl-chinacridon (QA), oder Phosphoreszenzfarbstoffen, z. B. Tris(phenylpyridyl)-iridium ( $\text{Ir(PPy)}_3$ ) oder Tris(2-benzothiophenyl-pyridyl)-iridium ( $\text{Ir(BTP)}_3$ ), dotierten Matrixmaterialien, wie 4,4'-Bis(carbazol-9-yl)-biphenyl (CBP). Die Emissionsschicht kann aber auch aus Polymeren, Mischungen von Polymeren, Mischungen von Polymeren und niedermolekularen Verbindungen oder Mischungen verschiedener niedermolekularer Verbindungen bestehen.
6. Eine Lochblockier-Schicht (Hole-Blocking-Layer = HBL): diese Schicht kann teilweise mit den Schichten 7 und 8 zusammenfallen. Sie besteht üblicherweise aus BCP (2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin = Bathocuproin) oder Bis-(2-methyl-8-chinolinolato)-4-(phenylphenolato)-aluminium(III) ( $\text{BAIq}$ ).
7. Eine Elektronentransport-Schicht (Electron Transport Layer = ETL): meist auf Basis von Aluminium-tris-8-hydroxychinolinat ( $\text{AlQ}_3$ ).
8. Eine Elektroneninjektions-Schicht (Electron Injection Layer = EIL): diese Schicht kann teilweise mit Schicht 4, 5, 6 und 7 zusammenfallen, bzw. es wird ein kleiner Teil der Kathode speziell behandelt bzw. speziell abgeschieden.
9. Eine weitere Elektroneninjektions-Schicht (Electron Injection Layer = EIL): eine dünne Schicht bestehend aus einem Material mit einer hohen Dielektrizitätskonstanten, wie z. B. LiF,  $\text{Li}_2\text{O}$ ,  $\text{BaF}_2$ , MgO, NaF.
10. Eine Kathode: hier werden in der Regel Metalle, Metallkombinationen oder Metallegierungen mit niedriger Austrittsarbeit verwendet, so z. B. Ca, Ba, Cs, Mg, Al, In, Mg/Ag.

Diese ganze Vorrichtung wird entsprechend (je nach Anwendung) strukturiert, kontaktiert und schließlich auch hermetisch versiegelt, da sich i. d. R. die Lebensdauer derartiger Vorrichtungen bei Anwesenheit von Wasser und/oder Luft drastisch verkürzt. Das Gleiche gilt auch für sogenannte invertierte Strukturen, bei denen das Licht aus der Kathode ausgekoppelt wird. Bei diesen invertierten OLEDs besteht die Anode z. B. aus Al/Ni/NiOx oder Al/Pt/PtOx oder anderen Metall/Metalloxid-Kombinationen, die ein HOMO größer 5 eV besitzen. Die Kathode besteht dabei aus den gleichen Materialien, die in Punkt 9 und 10 beschrieben sind, mit dem Unterschied, daß das Metall, wie z. B. Ca, Ba, Mg, Al, In usw., sehr dünn und damit transparent ist. Die Schichtdicke liegt unter 50 nm, besser unter 30 nm, noch besser unter 10 nm. Auf diese transparente Kathode kann noch ein weiteres

transparentes Material aufgebracht werden, z. B. ITO (Indium-Zinn-Oxid), IZO (Indium-Zink-Oxid) usw..

Organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, bei denen die Emissionsschicht (EML) aus mehr als einer Substanz besteht, sind schon seit längerem bekannt.

Im oben genannten Aufbau kommt dem Matrixmaterial der Emissions-Schicht (EML) eine besondere Rolle zu. Das Matrixmaterial muß den Ladungstransport von Löchern und/oder Elektronen ermöglichen oder verbessern und/oder die Ladungsträgerrekombination ermöglichen oder verbessern und gegebenenfalls die bei der Rekombination entstehende Energie auf den Emitter übertragen.

Diese Aufgabe wird bei den Elektrolumineszenzvorrichtungen auf Basis phosphoreszierender Emitter bislang von Matrixmaterialien, die Carbazol-Einheiten enthalten, übernommen.

Matrixmaterialien, die Carbazol-Einheiten, wie z. B. das häufig verwendete CBP, enthalten, haben in der Praxis jedoch einige Nachteile. Diese sind unter anderem in der oftmals kurzen bis sehr kurzen Lebensdauer der mit ihnen hergestellten Devices und den häufig hohen Betriebsspannungen, die zu geringen Leistungseffizienzen führen, zu sehen. Des weiteren hat sich gezeigt, daß aus energetischen Gründen CBP für blau emittierende Elektrolumineszenzvorrichtungen ungeeignet ist, was in einer schlechten Effizienz resultiert. Außerdem ist der Aufbau der Devices sehr komplex, wenn CBP als Matrixmaterial verwendet wird, da zusätzlich eine Lochblockierschicht und eine Elektronentransportschicht verwendet werden müssen. Werden diese zusätzlichen Schichten nicht verwendet, wie z. B. von Adachi *et al.* (*Organic Electronics* 2001, 2, 37) beschrieben, so beobachtet man zwar gute Effizienzen, aber nur bei extrem geringen Helligkeiten, während die Effizienz bei höherer Helligkeit, wie sie für die Anwendung nötig ist, um mehr als eine Größenordnung geringer ist. So werden für hohe Helligkeit hohe Spannungen benötigt, so daß hier die Leistungseffizienz sehr niedrig ist, was insbesondere für Passiv-Matrix-Anwendungen ungeeignet ist.

Es wurde nun überraschend gefunden, daß die Verwendung bestimmter Matrixmaterialien in Kombination mit bestimmten Emittern zu deutlichen Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik, insbesondere in Bezug auf die Effizienz und in Kombination mit einer stark erhöhten Lebensdauer, führen. Zudem ist mit diesen Matrixmaterialien ein deutlich vereinfachter Schichtaufbau der OLED möglich, da weder eine separate Lochblockierschicht, noch eine separate Elektronentransport- und/oder Elektroneninjectionsschicht verwendet werden muß.

Die Verwendung der nachfolgend beschriebenen Matrixmaterialien in OLEDs in Kombination mit *phosphoreszierenden* Emittern ist neu.

Gegenstand der Erfindung sind deshalb Mischungen enthaltend

- mindestens ein Matrixmaterial A, welches mindestens eine Struktureinheit der Form  $Q=X$  enthält, wobei der Rest X mindestens ein nicht-bindendes Elektronenpaar

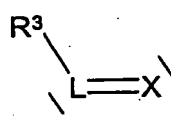
aufweist, der Rest Q für P, As, Sb, Bi, S, Se oder Te steht, und gegebenenfalls auch glasartige Schichten bilden kann;

mindestens ein zur Emission befähigtes Emissionsmaterial B, welches eine Verbindung ist, die bei geeigneter Anregung Licht emittiert und mindestens ein Element der Ordnungszahl größer 20 enthält.

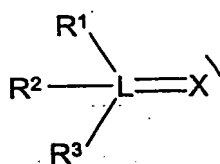
Bevorzugt handelt es sich bei den erfindungsgemäßen Mischungen um solche, die mindestens ein Matrixmaterial A enthalten, dessen Glastemperatur  $T_g$  (gemessen als Reinsubstanz) größer 70 °C ist.

Zur Klarheit sei erwähnt, das das oben und im folgenden verwendete Symbol „=“ für eine Doppelbindung im Sinne der Lewis-Schreibweise steht.

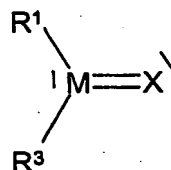
Bevorzugt handelt es sich bei dem Matrixmaterial A um mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1) bis (4),



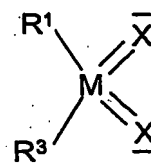
Formel (1)



Formel (2)



Formel (3)



Formel (4)

wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutung haben:

- L ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden P, As, Sb oder Bi;  
M ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden S, Se, Te;  
X ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden O, S, Se oder N-R<sup>3</sup>;  
R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H, F, Cl, Br, I, CN, NO<sub>2</sub>, N(R<sup>3</sup>)<sub>2</sub>, eine geradkettige, verzweigte oder mono-, oligo- oder polycyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -R<sup>4</sup>C=CR<sup>4</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>4</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>5</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>6</sup>)<sub>2</sub>, NR<sup>7</sup>, C=O, C=S, C=Se, C=NR<sup>8</sup>, -O-, -S-, -NR<sup>9</sup>- oder -CONR<sup>10</sup>- ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, NO<sub>2</sub> ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN, NO<sub>2</sub> ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste R<sup>3</sup> substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten R<sup>1</sup> und/oder R<sup>2</sup> miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können;  
R<sup>3</sup> ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine geradkettige, verzweigte oder mono-, oligo- oder polycyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte CH<sub>2</sub>-Gruppen durch -R<sup>4</sup>C=CR<sup>4</sup>-, -C≡C-, Si(R<sup>4</sup>)<sub>2</sub>, Ge(R<sup>5</sup>)<sub>2</sub>, Sn(R<sup>6</sup>)<sub>2</sub>, NR<sup>7</sup>, C=O,

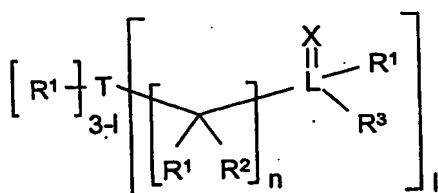
$C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^8$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^9$ - oder  $-CONR^{10}$ - ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^1$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^1$  miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können und wobei  $R^3$  mit  $R^1$  und/oder  $R^2$  ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden kann;

$R^4, R^5, R^6,$   
 $R^7, R^8, R^9,$   
 $R^{10}$

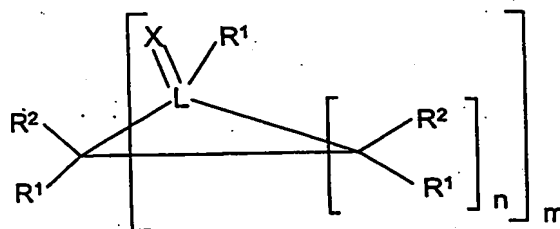
sind gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen.

Unter einem aromatischen bzw. heteroaromatischen System im Sinne dieser Erfindung soll ein System verstanden werden, das nicht notwendigerweise nur aromatische bzw. heteroaromatische Gruppen enthält, sondern in dem auch mehrere aromatische bzw. heteroaromatische Gruppen durch eine kurze nicht-aromatische Einheit ( $< 10\%$  der Atome, bevorzugt  $< 5\%$  der Atome), wie beispielsweise  $sp^3$ -hybridisierter C, O, N, etc., unterbrochen sein können. So sollen also beispielsweise auch Systeme wie 9,9'-Spirobifluoren, 9,9-Diarylfuoren, Triarylamine, Diphenylether, etc. als aromatische Systeme verstanden werden.

Ebenso bevorzugt sind organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, die als Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung gemäß Formel (5) bis (37) enthalten,

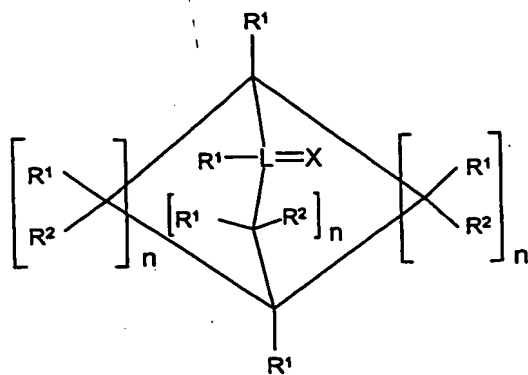


Formel (5)

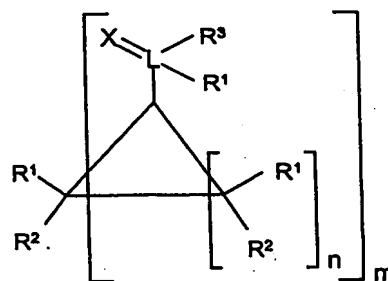


Formel (6)

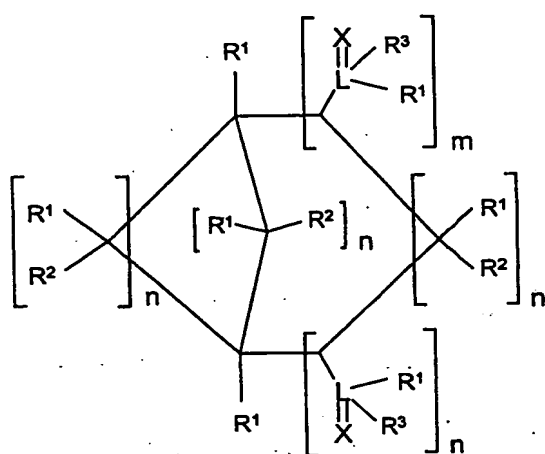




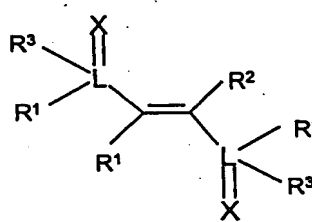
Formel (7)



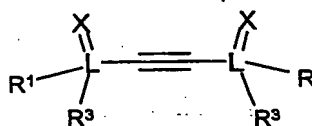
Formel (8)



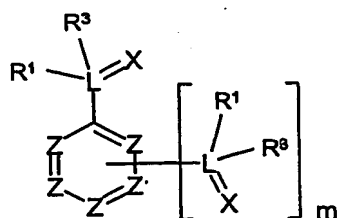
Formel (9)



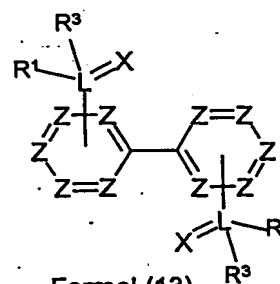
Formel (10)



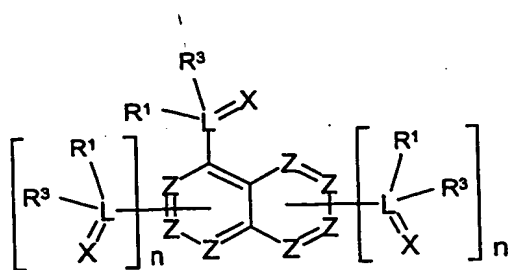
Formel (11)



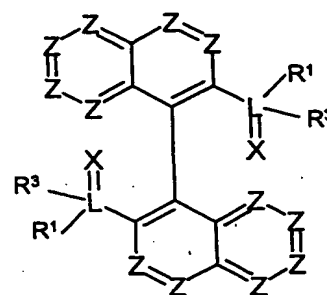
Formel (12)



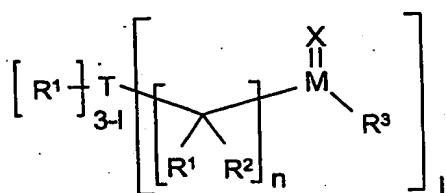
Formel (13)



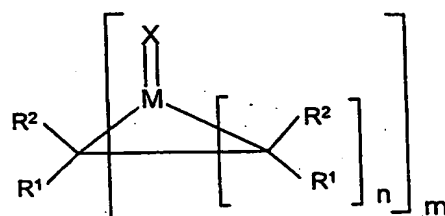
Formel (14)



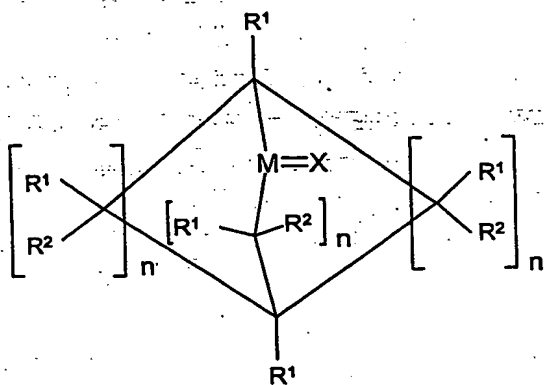
Formel (15)



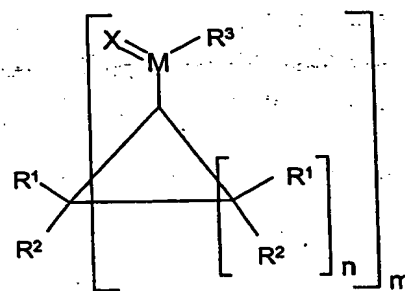
Formel (16)



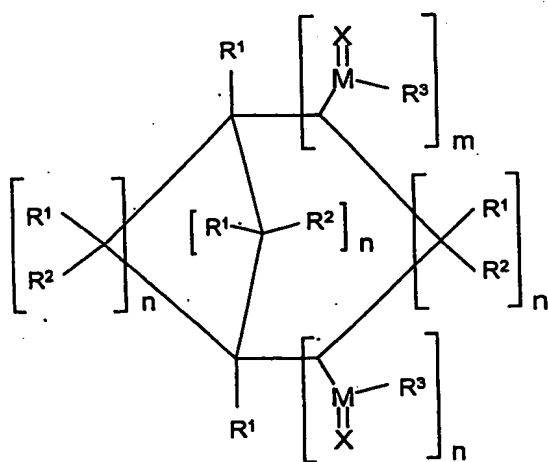
Formel (17)



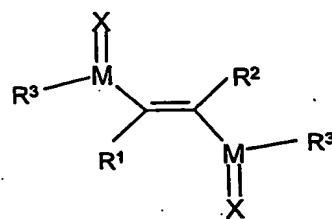
Formel (18)



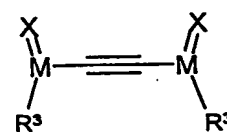
Formel (19)



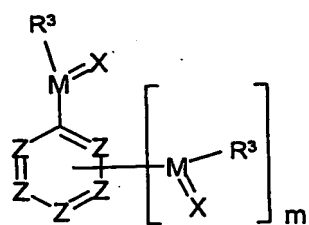
Formel (20)



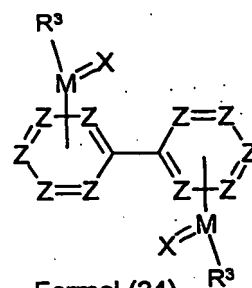
Formel (21)



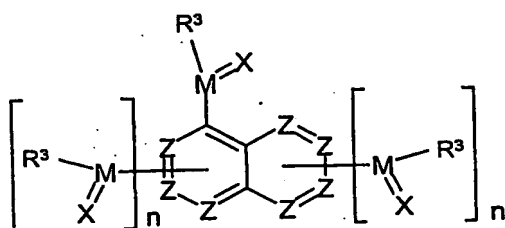
Formel (22)



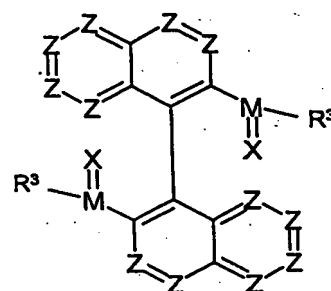
Formel (23)



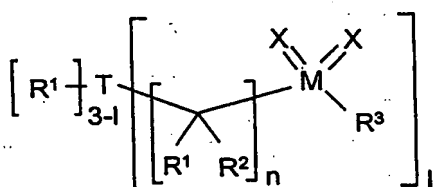
Formel (24)



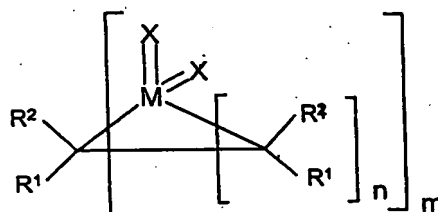
Formel (25)



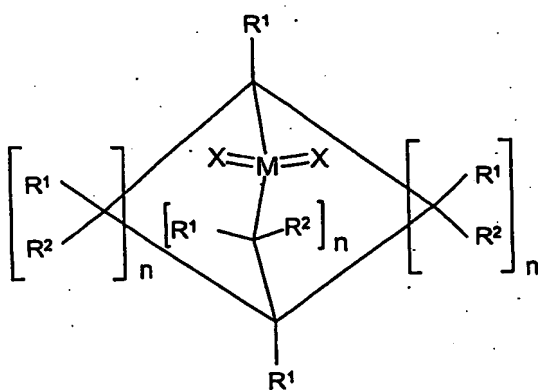
Formel (26)



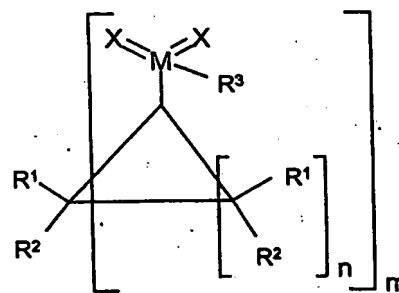
Formel (27)



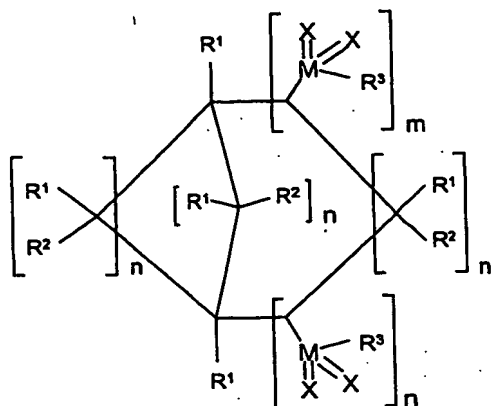
Formel (28)



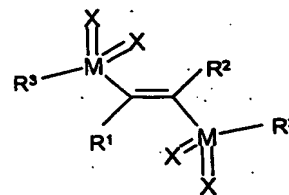
Formel (29)



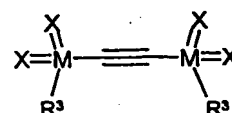
Formel (30)



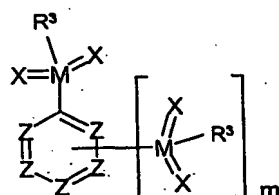
Formel (31)



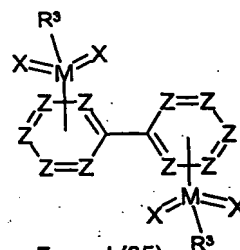
Formel (32)



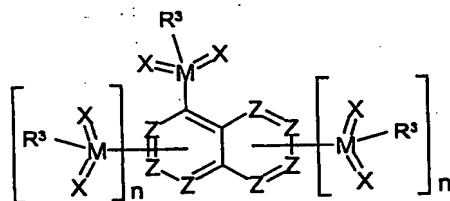
Formel (33)



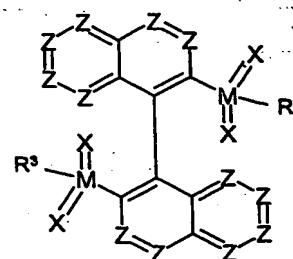
Formel (34)



Formel (35)



Formel (36)

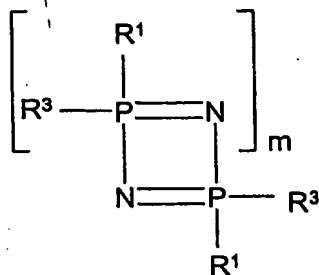


Formel (37)

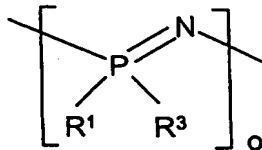
wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutung haben:

- $l$  ist 1, 2 oder 3;
  - $m$  ist 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;
  - $n$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;
  - $T$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten B, Al,  $CR^1$ , N,  $P=O$ ,  $As=O$ ,  $Sb=O$ ,  $Bi=O$ ;
  - $Z$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten  $CR^1$  oder N;
- und wobei die Symbole L, M, X,  $R^1$ ,  $R^2$ ,  $R^3$ ,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  und  $R^{10}$  die unter den Formeln (1) bis (4) genannten Bedeutungen haben.

Ebenfalls bevorzugt ist ein Matrixmaterial A; welches mindestens eine Verbindung der Formel (38) oder (39) enthält,



Formel (38)



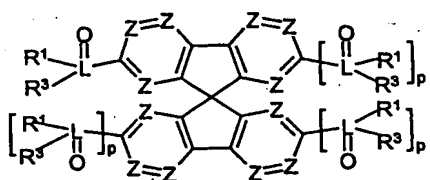
Formel (39)

wobei o eine Zahl von 5 bis 5000000 ist und wobei die Symbole m, R<sup>1</sup> und R<sup>3</sup> die unter Formel (1) bis (4) genannten Bedeutungen haben.

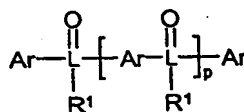
Weiterhin bevorzugt sind anorganische Phosphoroxide und Phosphorsulfide, wie beispielsweise P<sub>4</sub>O<sub>10</sub>.

Weiterhin bevorzugt ist ein Matrixmaterial A, welches mindestens eine 9,9'-Spirobifluoreneinheit enthält.

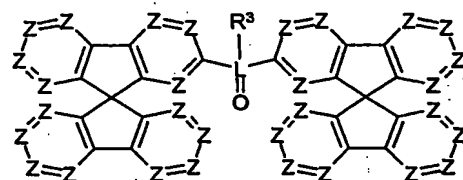
Ebenfalls bevorzugt ist ein Matrixmaterial A, welches mindestens eine Verbindung der Formel (40) bis (48) enthält,



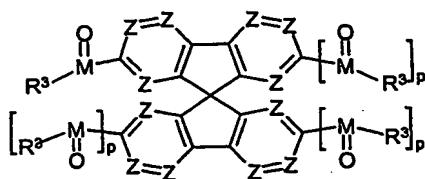
Formel (40)



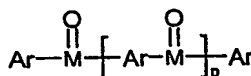
Formel (41)



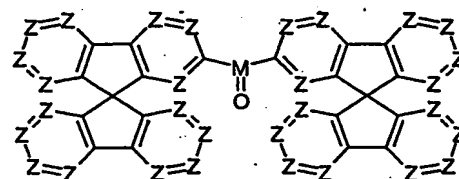
Formel (42)



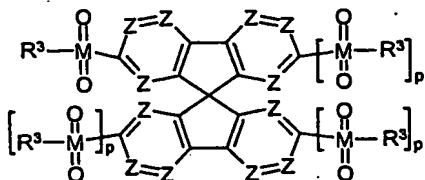
Formel (43)



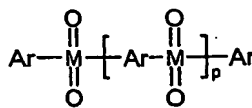
Formel (44)



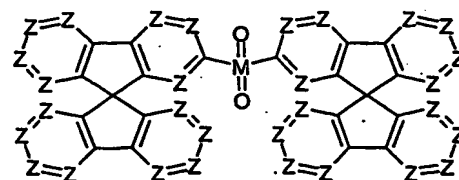
Formel (45)



Formel (46)



Formel (47)



Formel (48)

wobei die Symbole L, M, Z, R<sup>1</sup> und R<sup>3</sup> die unter den Formeln (1) bis (37) genannten Bedeutungen haben und für die weiteren Symbole und Indizes gilt:

- Ar ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein mono- oder bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 2 bis 40 C-Atomen, vorzugsweise mit 4 bis 30 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste R<sup>1</sup> substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten R<sup>1</sup>, sowohl am selben Ring als auch an unterschiedlichen Ringen zusammen wiederum ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem aufspannen können;
- p ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0 oder 1.

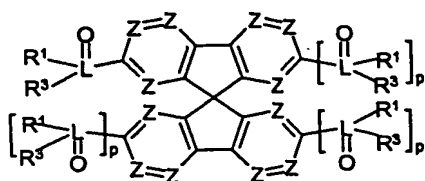
Die Bevorzugung der Materialien der Formel (40) bis (48) ist insbesondere durch ihre hohen Glasübergangstemperaturen begründet. Diese liegen je nach Substitutionsmuster typischerweise über 70 °C und meist sogar oberhalb von 100 °C.

Besonders bevorzugt sind Mischungen, die eines oder mehrere der oben durch Formel (1) bis (48) beschriebenen Matrixmaterialien A enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß

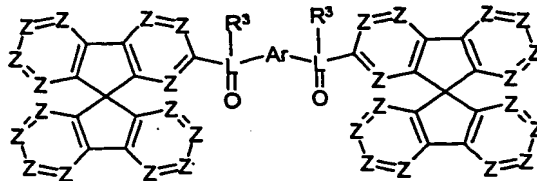
- L ist bei jedem Auftreten P;
- M ist bei jedem Auftreten S;
- X ist bei jedem Auftreten O;
- T ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten B, CR<sup>1</sup> oder P=O;
- Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR<sup>1</sup> oder N;
- R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CH<sub>3</sub>, CF<sub>3</sub>, -HC=CH- oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste R<sup>1</sup> substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten R<sup>1</sup> miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können und wobei R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup> und/oder R<sup>3</sup> miteinander ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden kann;
- m ist 1, 2 oder 3;
- n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0, 1, 2 oder 3;
- und wobei die Symbole l, o, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> und R<sup>10</sup> die oben genannte Bedeutung haben.

Besonders bevorzugt sind Mischungen, die eines oder mehrere der oben durch Formeln (1) bis (48) beschriebenen Matrixmaterialien A enthalten, dadurch gekennzeichnet, daß diese chiral sind.

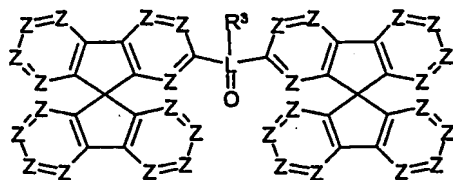
Die Verbindungen gemäß Formel (40), (41a), (42), (43), (44a), (45), (46), (47a) und (48),



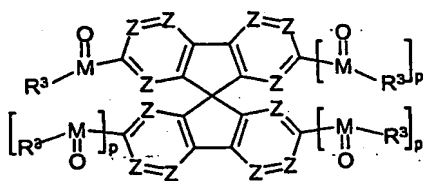
Formel (40)



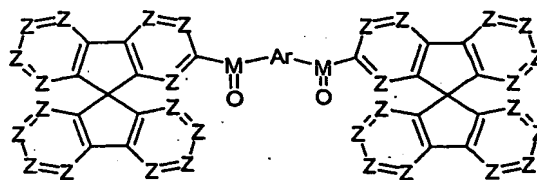
Formel (41a)



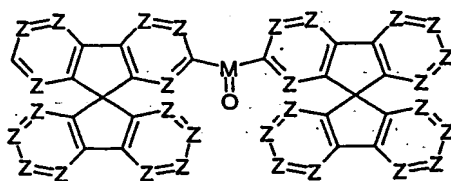
Formel (42)



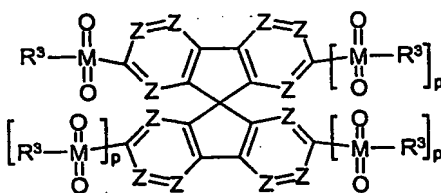
Formel (43)



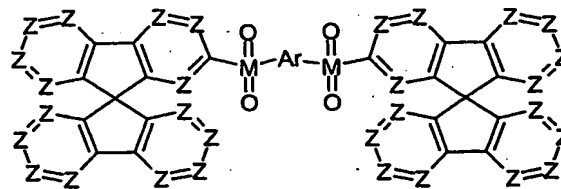
Formel (44a)



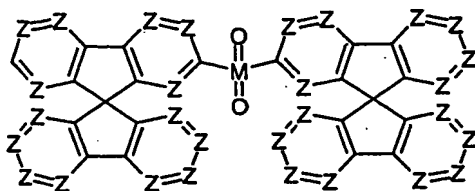
Formel (45)



Formel (46)



Formel (47a)

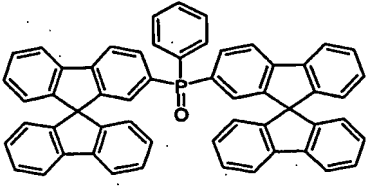
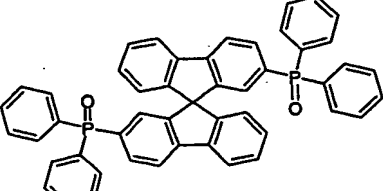
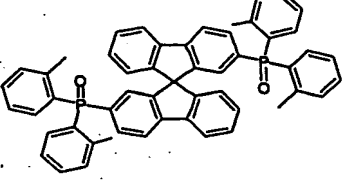
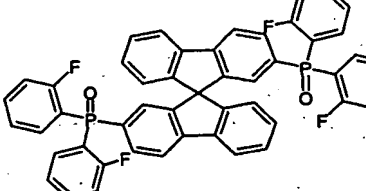
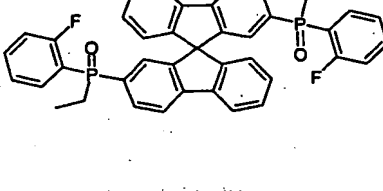
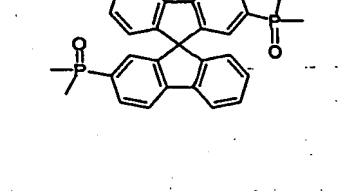
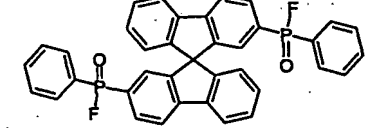
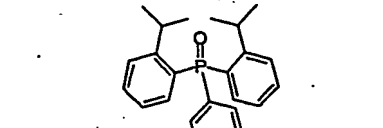
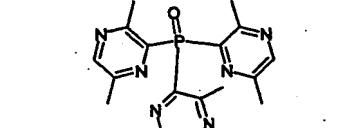
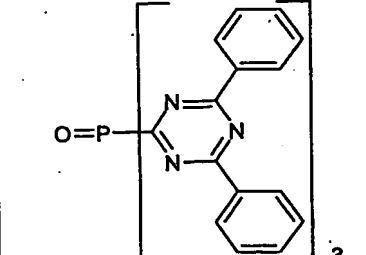
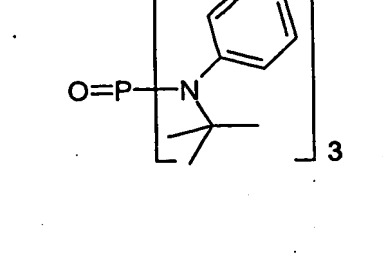
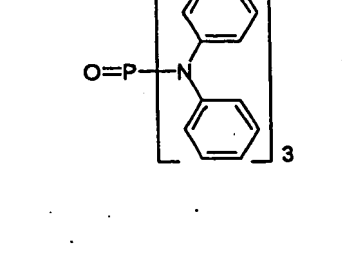


Formel (48)

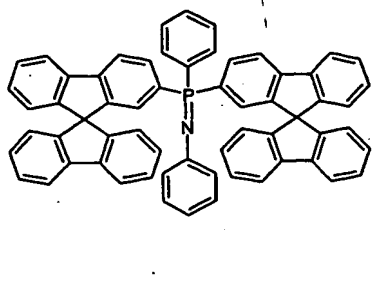
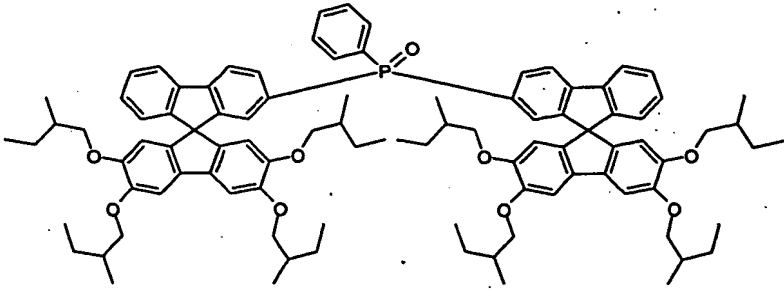
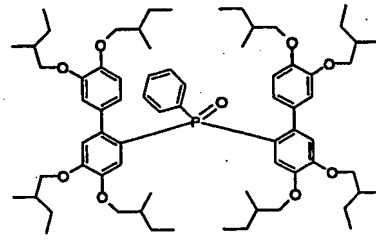
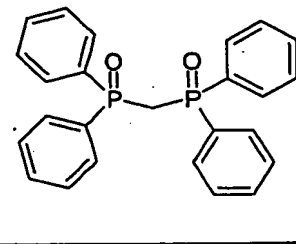
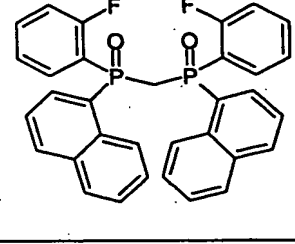
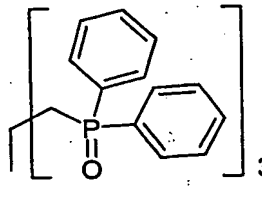
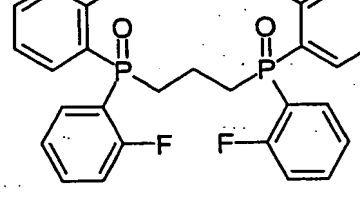
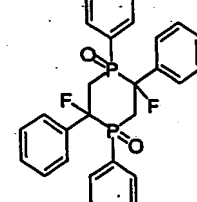
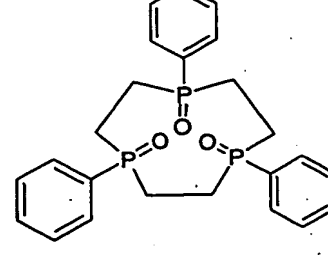
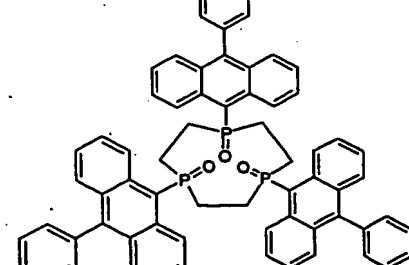
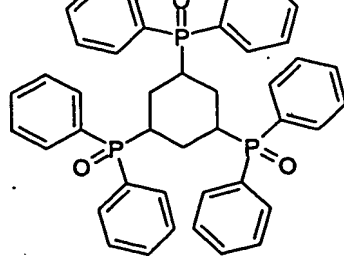
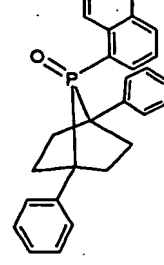
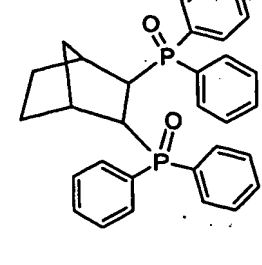
wobei die Symbole und Indizes dieselbe Bedeutung haben, wie oben beschrieben, mit der Maßgabe, dass in Formel (43) nicht alle  $p = 1$  sein dürfen, wenn  $Z = \text{CH}$  und  $M = \text{S}$  ist und

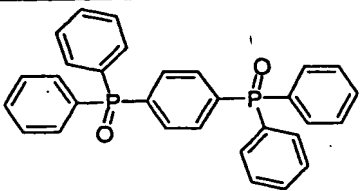
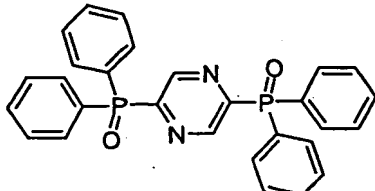
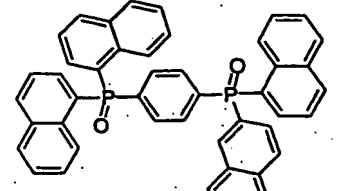
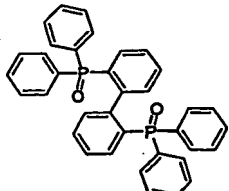
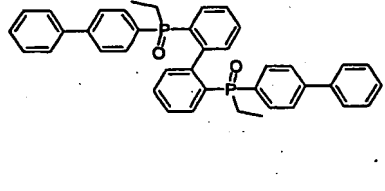
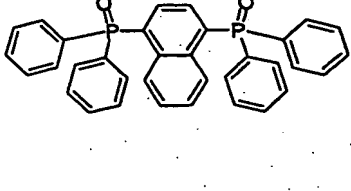
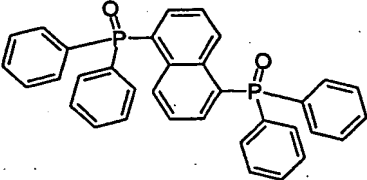
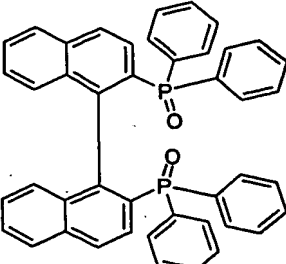
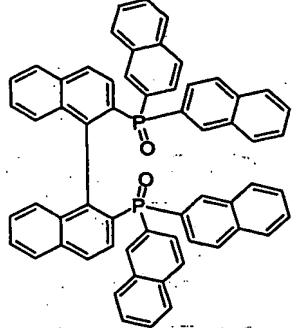
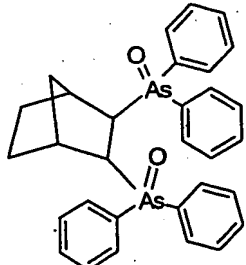
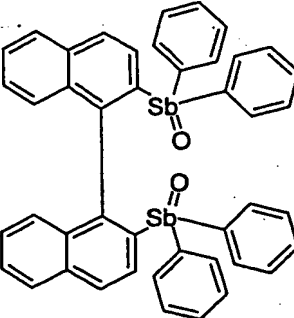
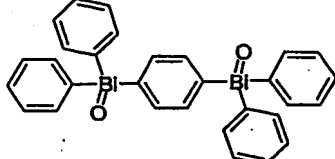
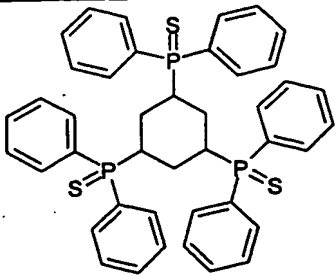
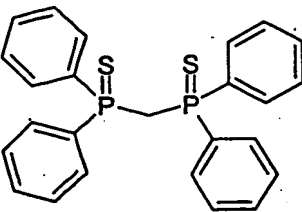
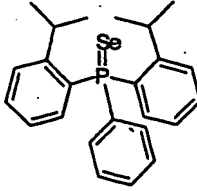
wenn R<sup>3</sup> für eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe steht, sind neu und damit ebenfalls Gegenstand der vorliegenden Erfindung.

Die vorliegende Erfindung wird durch die folgenden Beispiele für Matrixmaterialien A näher erläutert, ohne sie darauf einschränken zu wollen. Der Fachmann kann aus der Beschreibung und den aufgeführten Beispielen ohne erfinderisches Zutun weitere erfindungsgemäße Matrixmaterialien herstellen.

		
Beispiel 1	Beispiel 2	Beispiel 3
		
Beispiel 4	Beispiel 5	Beispiel 6
		
Beispiel 7	Beispiel 8	Beispiel 9
		
Beispiel 10	Beispiel 11	Beispiel 12



		
Beispiel 13	Beispiel 14	
		
Beispiel 15	Beispiel 16	Beispiel 17
		
Beispiel 18	Beispiel 19	Beispiel 20
		
Beispiel 21	Beispiel 22	
		
Beispiel 23	Beispiel 24	Beispiel 25

		
Beispiel 26	Beispiel 27	Beispiel 28
		
Beispiel 29	Beispiel 30	Beispiel 31
		
Beispiel 32	Beispiel 33	Beispiel 34
		
Beispiel 35	Beispiel 36	Beispiel 37
		
Beispiel 38	Beispiel 39	Beispiel 40

Beispiel 41	Beispiel 42	Beispiel 43
Beispiel 44	Beispiel 45	Beispiel 46
Beispiel 47	Beispiel 48	Beispiel 49
Beispiel 50	Beispiel 51	Beispiel 52
Beispiel 53	Beispiel 54	Beispiel 55

Die oben beschriebenen erfindungsgemäßen Matrixmaterialien A, z. B. gemäß den Beispielen 50 bis 53, können beispielsweise als Co-Monomere zur Erzeugung entsprechender konjugierter, teilkonjugierter oder nicht-konjugierter Polymere oder auch als Kern von Dendrimeren, z. B. gemäß den Beispielen 54 und 55, Verwendung finden. Die entsprechende weitergehende Funktionalisierung (Polymerisation oder Umsetzung zu Dendrimeren) erfolgt dabei bevorzugt über die Halogenfunktionalität.

So können die o. g. Verbindungen u. a. in lösliche Polyfluorene (z. B. gemäß EP 842208 oder WO 00/22026), Poly-spirobifluorene (z. B. gemäß EP 707020 oder EP 894107), Poly-para-phenylene (z. B. gemäß WO 92/18552), Poly-carbazole, Poly-vinylcarbazole (PVK) oder Polythiophene (z. B. gemäß EP 1028136) einpolymerisiert werden.

Die oben beschriebenen konjugierten, teilkonjugierten oder nicht-konjugierten Polymere oder Dendrimere, die eine oder mehrere Struktureinheiten der Formel (1) bis (48) enthalten, können als Matrixmaterial in organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen verwendet werden.

Weiterhin können die erfindungsgemäßen Matrixmaterialien A auch durch die beispielsweise o. g. Reaktionstypen weiter funktionalisiert werden und so zu *erweiterten Matrixmaterialien A* umgesetzt werden. Hier ist als Beispiel die Funktionalisierung mit Arylboronsäuren gemäß SUZUKI oder mit Aminen gemäß HARTWIG-BUCHWALD zu nennen.

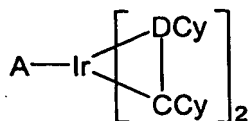
Um als Funktionsmaterial Verwendung zu finden, werden die erfindungsgemäßen Matrixmaterialien A oder deren Mischungen oder die Matrixmaterialien A enthaltende Polymere oder Dendrimere oder deren Mischungen oder Mischungen aus den Matrixmaterialien A und den Matrixmaterialien A enthaltenden Polymeren oder Dendrimern, gegebenenfalls zusammen mit den Emittern B, nach allgemein bekannten, dem Fachmann geläufigen Methoden, wie Vakuumverdampfung, Verdampfen im Trägergasstrom oder auch aus Lösung durch Spincoaten oder mit verschiedenen Druckverfahren (z. B. Tintenstrahldrucken, Off-set-Drucken, LITI-Druck, etc.), in Form eines Films auf ein Substrat aufgebracht.

Dabei kann die Verwendung von Druckverfahren Vorteile hinsichtlich der Skalierbarkeit der Fertigung, als auch bezüglich der Einstellung von Mischungsverhältnissen in verwendeten Blend-Schichten haben.

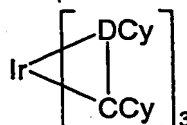
Die oben beschriebenen Matrixmaterialien werden in Kombination mit Phosphoreszenz-Emittlern verwendet. Die so dargestellten organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zeichnen sich dadurch aus, daß sie als Emitter B mindestens eine Verbindung enthalten, die dadurch gekennzeichnet ist, daß sie bei geeigneter Anregung Licht, vorzugsweise im sichtbaren Bereich, emittiert und außerdem mindestens ein Atom der Ordnungszahl größer 20, bevorzugt größer 38 und kleiner 84, besonders bevorzugt größer 56 und kleiner 80 enthält.

Bevorzugt werden als Phosphoreszenz-Emitter in den oben beschriebenen organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen Verbindungen, die Molybdän, Wolfram, Rhenium, Ruthenium, Osmium, Rhodium, Iridium, Palladium, Platin, Silber, Gold oder Europium enthalten, verwendet.

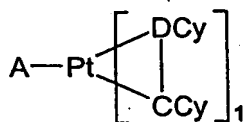
Besonders bevorzugte Mischungen enthalten als Emitter B mindestens eine Verbindung der Formel (49) bis (52),



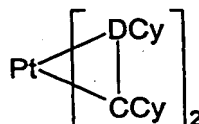
Formel (49)



Formel (50)



Formel (51)



Formel (52)

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

- DCy** ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die mindestens ein Donoratom, bevorzugt Stickstoff oder Phosphor, enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist, und die wiederum einen oder mehrere Substituenten  $R^{11}$  tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;
- CCy** ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die ein Kohlenstoffatom enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist und die wiederum einen oder mehrere Substituenten  $R^{11}$  tragen kann;
- $R^{11}$**  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H, F, Cl, Br, I,  $\text{NO}_2$ , CN, eine geradkettige, verzweigte oder cyclische Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte  $\text{CH}_2$ -Gruppen durch  $\text{C}=\text{O}$ ,  $\text{C}=\text{S}$ ,  $\text{C}=\text{Se}$ ,  $\text{C}=\text{NR}^4$ ,  $-\text{O}-$ ,  $-\text{S}-$ ,  $-\text{NR}^5$ - oder  $-\text{CONR}^6$ - ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 4 bis 14 C-Atomen, das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^{11}$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^{11}$ , sowohl am selben Ring als auch an den beiden unterschiedlichen Ringen zusammen wiederum ein weiteres mono- oder polycyclisches Ringsystem aufspannen können;
- A** ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein zweizähnig chelatisierender Ligand, bevorzugt ein Di-ketonat-ligand;
- $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$**  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen.

Beispiele der oben beschriebenen Emitter können zum Beispiel den Anmeldungen WO 00/70655, WO 01/41512, WO 02/02714, WO 02/15645, EP 1191613, EP 1191612 und EP 1191614 entnommen werden; diese werden hiermit via Zitat als Bestandteil der Anmeldung betrachtet.

Die erfindungsgemäße Mischung enthält zwischen 1 und 99 Gew.%, vorzugsweise zwischen 3 und 95 Gew.%, besonders bevorzugt zwischen 5 und 50 Gew.%, insbesondere

zwischen 7 und 20 Gew.% Emitter B bezogen auf die Gesamtmischung aus Emitter B und Matrixmaterial A.

Weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung sind elektronische Bauteile, insbesondere organische Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLED), organische Solarzellen (O-SCs), organische Feldeffekttransistoren (O-FETs), organische optische Detektoren, organische Photorezeptoren in der Elektrophotographie oder auch organische Laserdioden (O-Laser) enthaltend die erfindungsgemäße Mischung aus Matrixmaterial A und Emissionsmaterial B.

Besonders bevorzugt sind organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, die mindestens eine emittierende Schicht (EML) aufweist, enthaltend eine Mischung aus mindestens einem Matrixmaterial A und mindestens einem zur Emission befähigten Emissionsmaterial B, wobei,

- A eine Verbindung ist, welche mindestens eine Struktureinheit der Form  $Q=X$  enthält, dadurch gekennzeichnet, daß X mindestens ein nicht-bindendes Elektronenpaar aufweist und gegebenenfalls auch glasartige Schichten bilden kann, und wobei
- Q P, As, Sb, Bi, S, Se oder Te ist und
- B eine Verbindung ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei geeigneter Anregung Licht emittiert und welche mindestens ein Element der Ordnungszahl größer 20 enthält.

Bevorzugt werden organische Elektrolumineszenzvorrichtungen, die eine emittierende Schicht (EML) enthalten, enthaltend eine Mischung aus mindestens einem Matrixmaterial A und mindestens einem zur Emission befähigten Emissionsmaterial B, wobei

- A eine Verbindung ist, welche mindestens eine Struktureinheit der Form  $Q=X$  enthält, dadurch gekennzeichnet, daß X mindestens ein nicht-bindendes Elektronenpaar aufweist, und die Glasatemperatur  $T_g$  der Substanz A größer 70 °C ist, und
- B eine Verbindung ist, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei geeigneter Anregung Licht emittiert und welche mindestens ein Element der Ordnungszahl größer 20 enthält,

und Q die oben angegebene Bedeutung hat.

Die organische Elektrolumineszenzvorrichtung kann außer der Kathode, der Anode und der Emitterschicht weitere Schichten enthalten, wie z. B. Lochinjektionsschicht, Lochtransportschicht, Lochblockierschicht, Elektronentransportschicht und/oder Elektroneninjectionsschicht. Es sei aber an dieser Stelle darauf hingewiesen, daß nicht notwendigerweise jede dieser Schichten vorhanden sein muß. So hat sich beispielsweise gezeigt, daß eine OLED, die weder eine separate Lochblockierschicht, noch eine separate Elektronentransportschicht enthält, weiterhin sehr gute Ergebnisse in der Elektrolumineszenz zeigt, insbesondere eine nochmals deutlich höhere Leistungseffizienz.

Dies ist besonders überraschend, da eine entsprechende OLED mit einem Carbazol-haltigen Matrixmaterial ohne Lochblockier- und Elektronentransportschicht nur sehr geringe Leistungseffizienzen zeigt, insbesondere bei hoher Helligkeit (vgl. Adachi *et al.*, *Organic Electronics* 2001, 2, 37).

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist also eine organische Elektrolumineszenzvorrichtung, enthaltend eine erfindungsgemäße Mischung, die ohne Verwendung einer Lochblockierschicht direkt an die Elektronentransportschicht grenzt oder die ohne Verwendung einer Lochblockierschicht und einer Elektronentransportschicht direkt an die Elektroneninjectionsschicht oder an die Kathode grenzt.

Die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen zeigen höhere Effizienz, deutlich längere Lebensdauer und, insbesondere ohne Verwendung einer Lochblockier- und Elektronentransportschicht, deutlich niedrigere Betriebsspannungen und höhere Leistungseffizienzen als OLEDs gemäß dem Stand der Technik, die CBP als Matrixmaterial verwenden. Durch Weglassen der Lochblockier- und Elektronentransportschichten vereinfacht sich weiterhin der Aufbau der OLED, was einen erheblichen technologischen Vorteil darstellt.

Die bevorzugten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Mischungen aus Matrixmaterial A und Emissionsmaterial B sind auch für die erfindungsgemäßen elektronischen Bauteile, insbesondere für die organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen (OLED), organischen Solarzellen (O-SCs), organischen Feldeffekttransistoren (O-FETs), organische optische Detektoren, organische Photorezeptoren für die Elektrophotographie oder auch organischen Laserdioden (O-Laser) gegeben. Zur Vermeidung von unnötigen Wiederholungen wird daher auf erneute Aufzählung an dieser Stelle verzichtet.

Im vorliegenden Anmeldetext und auch in den im weiteren folgenden Beispielen wird nur auf organische Leuchtdioden und die entsprechenden Displays abgezielt. Trotz dieser Beschränkung der Beschreibung ist es für den Fachmann ohne weiteres erfinderisches Zutun möglich, entsprechende erfindungsgemäße Schichten aus den erfindungsgemäßen Mischungen herzustellen und anzuwenden, insbesondere in OLED-nahen oder verwandten Anwendungen.

Die nachfolgend beschriebenen Beispiele zeigen klar auf, daß die erfindungsgemäßen Matrixmaterialien A zu einer deutlichen Verbesserung der Effizienz und der Lebensdauer der mit diesen hergestellten Elektrolumineszenzvorrichtungen führen. Außerdem gelingt es bei Verwendung der Matrixmaterialien A, blau emittierende Elektrolumineszenzvorrichtungen herzustellen.

#### **Beispiele:**

**Allgemeines Meßverfahren zur Bestimmung der Glasübungstemperatur:**

Die sublimierten Proben wurden zunächst mit einer Heizrate von 10 K/min. ausgehend von 25 °C bis zum Schmelzpunkt der Substanz +50 K aufgeheizt. Anschließend wurden sie von dieser Temperatur mit einer Heizrate von 80 K/min auf 25 °C abgekühlt. Die Messung der Glasübergangstemperatur  $T_g$  erfolgte durch erneutes Aufheizen mit einer Heizrate von 10 K/min bis zu einer Temperatur 50 K oberhalb des Schmelzpunktes der Substanz mit einem Gerät der Fa. Netzsch DCS 204 (TASC 414/4 Controller und CC200 C Controller).

### 1. Synthese von Matrixmaterialien

Die nachfolgenden Synthesen wurden - sofern nicht anders angegeben - unter einer Schutzgasatmosphäre in getrockneten Lösemitteln durchgeführt. Die Edukte wurden von ALDRICH [Dichlorphenylphosphin] bezogen. 2-Brom-9,9'-spirobifluoren wurde nach Literaturmethoden (Pei, Jian et al., J. Org. Chem., 2002, 67(14), 4924-4936) dargestellt.

#### Beispiel 1: Bis(9,9'-spiro-bifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid (Matrixmaterial M1)

Aus einer Lösung von 98.8 g (250 mmol) 2-Brom-9,9'-spirobifluoren und 6 ml 1,2-Dichlorethan in 1000 ml THF und 7.1 g (290 mmol) Magnesium wurde in der Siedehitze das entsprechende Grignard-Reagens hergestellt. Zu dieser Grignard-Lösung wurde bei 0-5 °C eine Lösung von 16.3 ml (120 mmol) Dichlorphenylphosphin in 100 ml THF während 15 min. zugetropft. Anschließend wurde die Mischung 1 h unter Rückfluß erhitzt. Nach Abkühlen wurde die Mischung mit 10 ml Wasser versetzt und bis zur Trockene eingengt. Der farblose Rückstand wurde in 1000 ml Dichlormethan aufgenommen, die Suspension wurde dreimal mit 300 ml Wasser gewaschen. Die organische Phase wurde abgetrennt, über Natriumsulfat getrocknet und anschließend eingengt. Der farblose Rückstand wurde in 1000 ml Essigsäureethylester gelöst und tropfenweise unter gutem Rühren mit einem Gemisch aus 10.3 ml Wasserstoffperoxid (35 Gew.% in Wasser) und 100 ml Wasser versetzt. Nach 18 h Rühren wurde der ausgefallene farblose Feststoff abgesaugt, mit Ethanol gewaschen und getrocknet. Der Feststoff wurde dreimal aus Chlorbenzol (10 ml/g) umkristallisiert und anschließend im Hochvakuum ( $T = 385$  °C,  $p = 5 \times 10^{-5}$  mbar) sublimiert. Die Ausbeute bei einer Reinheit > 99.9 % nach HPLC betrug 40.1 g (53 mmol), entsprechend 42.4 % der Th.

Schmelzpunkt:  $T_m = 334$  °C, Glasübergangspunkt:  $T_g = 161$  °C.

$^{31}\text{P}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  [ppm] = 30.4 (s).

$^1\text{H}$ -NMR ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  [ppm] = 7.83 – 7.81 (m, 2 H), 7.76 – 7.75 (m, 6 H), 7.38 – 7.22 (m, 15 H), 7.15 – 7.12 (m, 2 H), 7.06 – 7.03 (m, 4 H), 6.72 – 6.71 (m, 2 H), 6.64 – 6.60 (m, 4 H).

#### Beispiel 2: Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)sulfoxid (Matrixmaterial M2)

Zu einer auf -78 °C gekühlten Suspension von 98.8 g (250 mmol) 2-Brom-9,9'-spirobifluoren in 1500 ml THF wurden 110 ml (275 mmol) einer n-Butyllithium-Lösung (2.5 M in Hexan) so zugetropft, daß die Temperatur nicht über -65 °C anstieg. Die Reaktionsmischung wurde 3 h bei -78 °C gerührt und dann mit einem Gemisch aus 7.2 ml (125 mmol) Thionylchlorid und 300 ml THF tropfenweise versetzt und anschließend noch weitere 3 h bei -78 °C nachgerührt. Nach Erwärmen der Reaktionsmischung auf



Raumtemperatur wurde das Reaktionsgemisch mit 25 ml Wasser versetzt und im Vakuum zur Trockene eingeeengt. Der Rückstand wurde in 1000 ml Dioxan und 500 ml Wasser aufgenommen, die organische Phase wurde abgetrennt, nochmals mit 500 ml Wasser gewaschen und anschließend über Magnesiumsulfat getrocknet. Anschließend wurde der nach Einengen der organischen Phase verbliebene Feststoff fünfmal aus Dioxan (1 g/ml) umkristallisiert und dann im Hochvakuum ( $T = 370\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $p = 5 \times 10^{-5}\text{ mbar}$ ) sublimiert. Die Ausbeute bei einer Reinheit  $> 99.9\%$  nach HPLC betrug 114.0 g (168 mmol), entsprechend 67.2 % der Th..

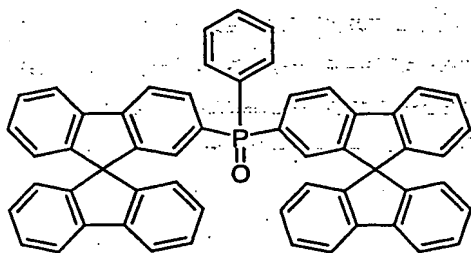
Schmelzpunkt:  $T_m = 365\text{ }^{\circ}\text{C}$ , Glasübergangspunkt:  $T_g = 178\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

$^1\text{H-NMR}$  ( $\text{CDCl}_3$ ):  $\delta$  [ppm] = 7.83 (m, 4H), 7.75 (m, 2H), 7.73 (m, 2H), 7.37-7.29 (br. m, 8H), 7.09-7.03 (br. m, 6H), 6.86 (m, 2H), 6.70 (m, 4H), 6.65 (m, 2H).

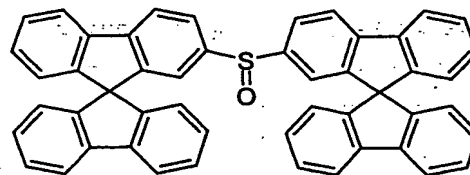
### Beispiel 3: 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid) (Matrixmaterial M3)

Die Synthese wurde durch Oxidation von racemischem 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphin) (erhalten von Aldrich) mit Wasserstoffperoxid in Analogie zu Beispiel 1 durchgeführt.

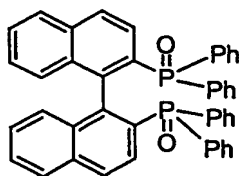
Die Matrixmaterialien M1 bis M3 sind der Übersichtlichkeit halber im folgenden nochmals abgebildet:



Matrixmaterial M1



Matrixmaterial M2



Matrixmaterial M3

## 2. Herstellung und Charakterisierung von organischen Elektrolumineszenzvorrichtungen, die erfindungsgemäße Verbindungen enthalten

Die Herstellung von OLEDs erfolgte nach dem im folgenden skizzierten allgemeinen Verfahren. Dieses mußte natürlich im Einzelfall auf die jeweiligen Gegebenheiten (z. B. Schichtdickenvariation, um optimale Effizienz bzw. Farbe zu erreichen) angepaßt werden. Erfindungsgemäße Elektrolumineszenzvorrichtungen können beispielsweise wie in der nicht offengelegten Anmeldung DE 10317556.3 beschrieben, dargestellt werden.

### 3. Device-Beispiele

In diesen Beispielen werden die Ergebnisse verschiedener OLEDs gegenübergestellt. Der grundlegende Aufbau, die verwendeten Materialien, der Dotierungsgrad und die Schichtdicken war für die Beispielexperimente zur besseren Vergleichbarkeit identisch. Es wurde lediglich das Wirtsmaterial in der Emitterschicht getauscht.

Das erste Beispiel beschreibt einen Vergleichsstandard gemäß dem Stand der Technik, bei dem die Emitterschicht aus dem Wirtsmaterial CBP und dem Gastmaterial Ir(PPy)<sub>3</sub> besteht. Des weiteren wird eine OLED mit einer Emitterschicht bestehend aus dem Wirtsmaterial Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid (Synthese s. Beispiel 1) und dem Gastmaterial Ir(PPy)<sub>3</sub> (synthetisiert nach WO 02/060910) beschrieben, ebenso wie OLEDs mit weiteren erfindungsgemäßen Wirtsmaterialien. Es wurden OLEDs mit folgendem Aufbau erzeugt:

PEDOT	60 nm (aus Wasser aufgeschleudert; PEDOT bezogen von H. C. Starck; Poly[3,4-ethyldioxy-2,5-thiophen])
NaphDATA	20 nm (aufgedampft; NaphDATA bezogen von SynTec; 4,4',4''-Tris(N-1-naphthyl-N-phenyl-amino)-triphenylamin
S-TAD	20 nm (aufgedampft; S-TAD hergestellt nach WO99/12888; 2,2',7,7'-Tetrakis(diphenylamino)-spirobifluoren)
Emitter-Schicht:	
CPB	20 nm (aufgedampft; CPB bezogen von ALDRICH und weiter gereinigt, schließlich noch zweimal sublimiert; 4,4'-Bis-(N-carbazolyl)biphenyl) Vergleichsstandard)
ODER:	
Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-phenylphosphinoxid	20 nm (aufgedampft; synthetisiert und gereinigt nach Beispiel 1)
ODER:	
Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)-sulfoxid	20 nm (aufgedampft; synthetisiert und gereinigt nach Beispiel 2)
ODER:	
1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid)	20 nm (aufgedampft; synthetisiert und gereinigt nach Beispiel 3); jeweils dotiert mit 15 % Triplett-Emitter:
Ir(PPy) <sub>3</sub>	(aufgedampft; synthetisiert nach WO 02/060910)
BCP	10 nm (aufgedampft; BCP bezogen von ABCR, verwendet wie erhalten; 2,9-Dimethyl-4,7-diphenyl-1,10-phenanthrolin); nicht in allen Beispielen verwendet;

AlQ <sub>3</sub>	10 nm (aufgedampft: AlQ <sub>3</sub> bezogen von SynTec; Tris(chinolinolato)aluminium(III)); nicht in allen Beispielen verwendet
Ba-Al	3 nm Ba, darauf 150 nm Al als Kathode.

Diese noch nicht optimierten OLEDs wurden standardmäßig charakterisiert; hierfür wurden die Elektrolumineszenzspektren, die Effizienz (gemessen in cd/A) in Abhängigkeit von der Helligkeit, berechnet aus Strom-Spannungs-Helligkeit-Kennlinien (IUL-Kennlinien), und die Lebensdauer bestimmt.

#### **Elektrolumineszenzspektren:**

Die OLEDs, sowohl der Vergleichsstandard (OLED mit CBP), als auch die OLEDs mit Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid, mit Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)sulfoxid und mit 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid) als Wirtsmaterial zeigen grüne Emission, resultierend aus dem Dotanden Ir(PPy)<sub>3</sub>.

#### **Effizienz als Funktion der Helligkeit:**

Für OLEDs hergestellt mit dem Wirtsmaterial CBP (Tabelle 1, Beispiel 1) erhält man, unter den oben beschriebenen Bedingungen, typischerweise eine Effizienz von etwa 20 bis 25 cd/A, und für die Referenzleuchtdichte von 100 cd/m<sup>2</sup> werden 4.8 V benötigt. Im Gegensatz dazu zeigen OLEDs hergestellt mit dem Wirtsmaterial Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid eine maximale Effizienz von über 40 cd/A, wobei die benötigte Spannung für die Referenzleuchtdichte von 100 cd/m<sup>2</sup> sogar auf 4.0 V gesenkt wird (Fig. 1 und Tabelle 1, Beispiel 2a).

Insbesondere wenn weder eine Lochblockierschicht (HBL), noch eine Elektronentransportschicht (ETL) verwendet werden, wenn also die dotierte Matrix (EML) an die Kathode bzw. die Elektroneninjectionsschicht grenzt, werden besonders hohe Leistungseffizienzen (gemessen in lm/W) erreicht, wie in Fig. 2 abgebildet (siehe auch Tabelle 1, Beispiel 2a). So wird beim Vergleichsstandard (unter Verwendung von BCP als Lochblockierschicht und AlQ<sub>3</sub> als Elektronentransportschicht) eine maximale Leistungseffizienz von 12 lm/W erreicht. Mit Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid wird, ebenfalls unter Verwendung von BCP und AlQ<sub>3</sub>, eine maximale Leistungseffizienz von 34 lm/W erreicht, während ohne Verwendung von BCP und AlQ<sub>3</sub>, d. h. wenn die dotierte Matrix (EML) direkt an die Kathode angrenzt, eine maximale Leistungseffizienz von 42 lm/W erreicht wird (Tabelle 1, Beispiel 2b). Bei einer Helligkeit von 100 cd/m<sup>2</sup> ist die Leistungseffizienz immer noch 16 lm/W (mit Verwendung einer HBL und einer ETL) und 25 lm/W, wenn die dotierte Matrix (EML) direkt an die Kathode angrenzt. Weitere OLEDs mit Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)sulfoxid (Beispiel 3a und 3b) und 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid) (Beispiel 4a und 4b) und als Wirtsmaterial zeigen sowohl mit HBL und ETL als auch ohne HBL und ETL eine verbesserte Effizienz im Vergleich zu OLEDs mit CBP (Beispiel 1) als Wirtsmaterial. Alle Beispiele sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

**Lebensdauervergleich:**

Die beiden Lebensdauerkurven mit BCP und Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid, jeweils mit Verwendung einer HBL und einer ETL, wurden zur besseren Vergleichbarkeit in derselben Abbildung dargestellt (Fig. 3). Die Abbildung zeigt den Verlauf der Helligkeit, gemessen in  $\text{cd/m}^2$ , mit der Zeit. Als Lebensdauer bezeichnet man die Zeit, nach der 50 % der Anfangsleuchtdichte erreicht werden.

Man erhält bei den gezeigten Helligkeiten für CBP als Wirtsmaterial eine Lebensdauer von ca. 30 h bei einer Anfangshelligkeit von  $3500 \text{ cd/m}^2$ , was einer beschleunigten Messung entspricht, da die Anfangshelligkeit deutlich über der Helligkeit liegt, die man für typische Aktiv-Matrix-angesteuerte Display-Anwendungen benötigt.

Für Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)phenylphosphinoxid erhält man bei derselben Anfangshelligkeit eine Lebensdauer von ca. 400 h, was einer Lebensdauer von etwa 25000 h bei  $500 \text{ cd/m}^2$  und einer Steigerung der Lebensdauer um einen Faktor von mehr als 10 gegenüber OLEDs mit CPB als Matrixmaterial entspricht. Die Lebensdauer ohne Verwendung einer HBL und einer ETL, wenn also die dotierte Matrix in direktem Kontakt zur Kathode steht, ist vergleichbar. Weitere OLEDs mit Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)sulfoxid (Beispiel 3a und 3b) und 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid) (Beispiel 4a und 4b) als Wirtsmaterial zeigen sowohl mit HBL und ETL als auch ohne HBL und ETL ebenfalls eine verbesserte Lebensdauer im Vergleich zu OLEDs mit CBP (Beispiel 1) als Wirtsmaterial. Alle Beispiele sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

27

Experiment	EML	HBL	ETL	Max. Effizienz (cd/A)	Max. Leistungseffizienz (lm/W)	Spannung (V) bei 100cd/m <sup>2</sup>	Lebensdauer (h) bei 10 mA/cm <sup>2</sup>
Beispiel 1a) Vergleich	CBP:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (20 nm)	BCP 10(nm)	AlQ <sub>3</sub> (10 nm)	22	12	4.8	30
Beispiel 1b) Vergleich	CBP:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (40 nm)			13	7	6.1	25
Beispiel 2a)	M1:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (20 nm)	BCP 10(nm)	AlQ <sub>3</sub> (10 nm)	42	34	4.0	400
Beispiel 2b)	M1:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (40 nm)			42	45	3.0	390
Beispiel 3a)	M2:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (20 nm)	BCP 10(nm)	AlQ <sub>3</sub> (10 nm)	28	25	4.6	180
Beispiel 3b)	M2:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (40 nm)			31	29	3.5	150
Beispiel 4a)	M3:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (20 nm)	BCP 10(nm)	AlQ <sub>3</sub> (10 nm)	25	13	5.4	310
Beispiel 4b)	M3:15% Ir(ppy) <sub>3</sub> (40 nm)			29	23	4.4	280

Legende:

M1 = Bis(9,9'-spiro-bifluoren-2-yl)-phenylphosphinoxid

M2 = Bis(9,9'-spirobifluoren-2-yl)sulfoxid

M3 = 1,1'-Binaphthyl-2,2'-bis(diphenylphosphinoxid)

## Patentansprüche:

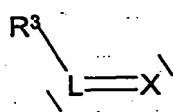
## 1. Mischungen enthaltend

- mindestens ein Matrixmaterial A, welches mindestens eine Struktureinheit der Form  $Q=X$  enthält, wobei der Rest X mindestens ein nicht-bindendes Elektronenpaar aufweist, der Rest Q für P, As, Sb, Bi, S, Se oder Te steht, und
- mindestens ein zur Emission befähigtes Emissionsmaterial B, welches eine Verbindung ist, die bei geeigneter Anregung Licht emittiert und mindestens ein Element der Ordnungszahl größer 20 enthält.

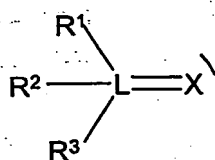
2. Mischung gemäß Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial A glasartige Schichten bilden kann.

3. Mischung gemäß Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial A eine Glas temperatur  $T_g$ , gemessen als Reinsubstanz, größer  $70^\circ\text{C}$  aufweist.

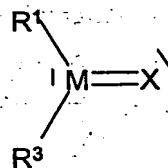
4. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung gemäß Formel (1) bis (4) enthält,



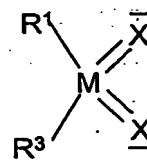
Formel (1)



Formel (2)



Formel (3)



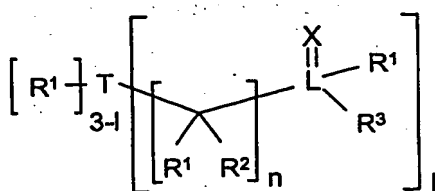
Formel (4)

wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutung haben:

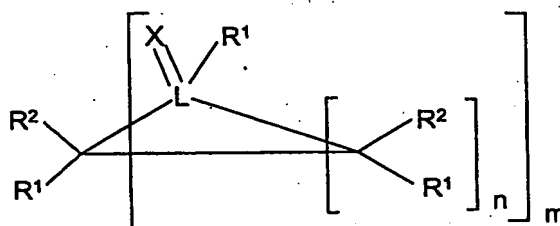
- X ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten O, S, Se oder  $N-R^3$ ;  
 L ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten P, As, Sb oder Bi;  
 M ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten S, Se oder Te;  
 $R^1, R^2$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H, F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$ ,  $N(R^3)_2$ , eine geradkettige, verzweigte oder mono-, oligo- oder polycyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $-R^4C=CR^4-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^4)_2$ ,  $Ge(R^5)_2$ ,  $Sn(R^6)_2$ ,  $NR^7$ ,  $C=O$ ,  $C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^8$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^9$  oder  $-CONR^{10}$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^3$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^1$  miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können;

- $R^3$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine geradkettige oder verzweigte oder mono-, oligo- oder polycyclische Alkyl-, Alkoxy- oder Thioalkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $-R^4C=CR^4-$ ,  $-C\equiv C-$ ,  $Si(R^4)_2$ ,  $Ge(R^5)_2$ ,  $Sn(R^6)_2$ ,  $NR^7$ ,  $C=O$ ,  $C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^8$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^9-$  oder  $-CONR^{10}-$  ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I, CN,  $NO_2$  ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^1$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^1$  miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können und wobei  $R^3$  mit  $R^1$  und / oder  $R^2$  ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden kann;
- $R^4, R^5, R^6, R^7, R^8, R^9, R^{10}$  sind gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen.

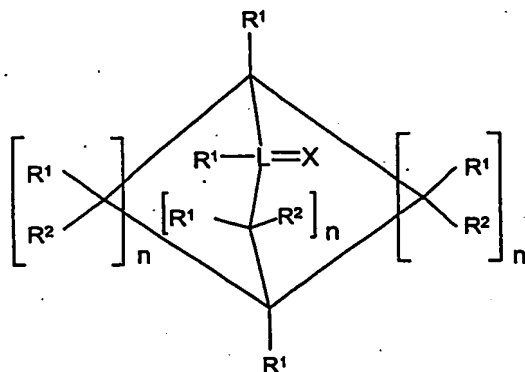
5. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung gemäß Formel (5) bis (37) verwendet wird,



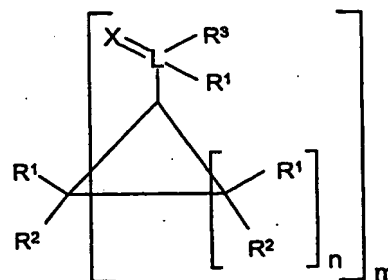
Formel (5)



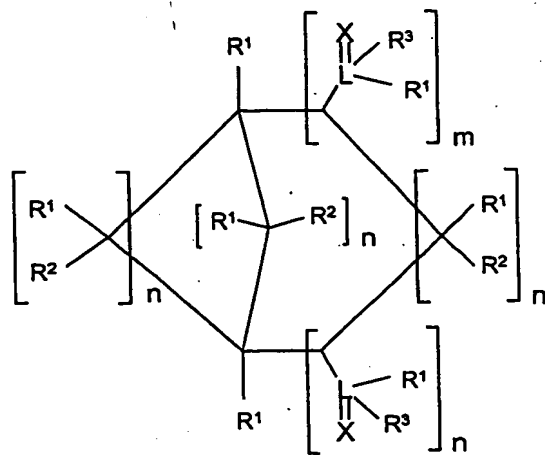
Formel (6)



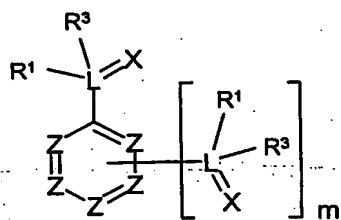
Formel (7)



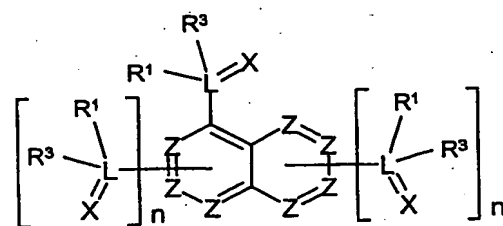
Formel (8)



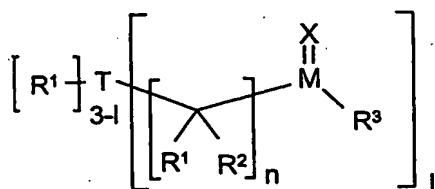
### Formel (9)



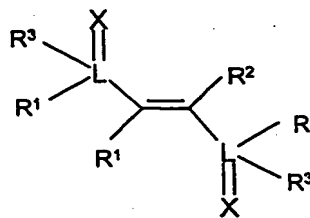
### Formel (12)



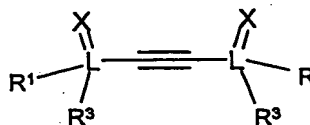
**Formel (14)**



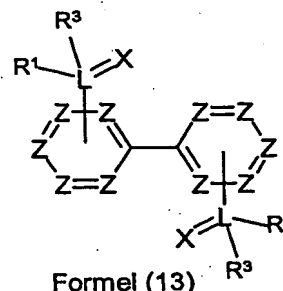
**Formel (16)**



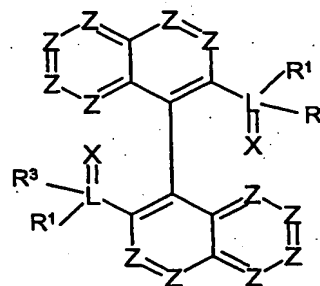
**Formel (10)**



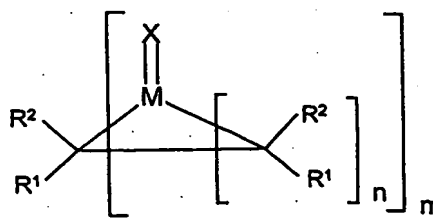
**Formel (11)**



**Formel (13)**

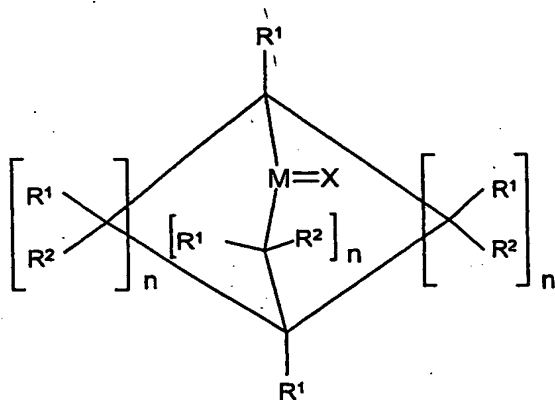


**Formel (15)**

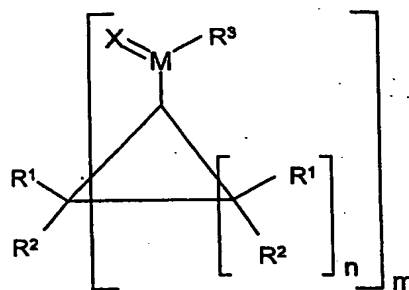


**Formel (17)**

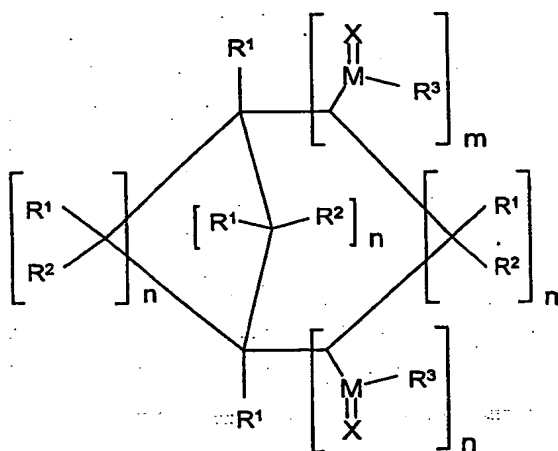




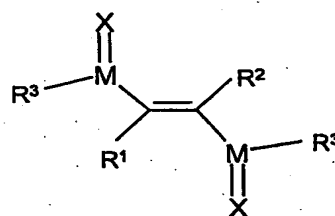
Formel (18)



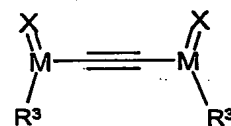
Formel (19)



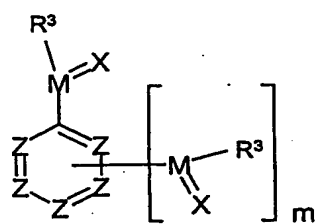
Formel (20)



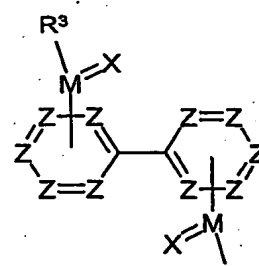
Formel (21)



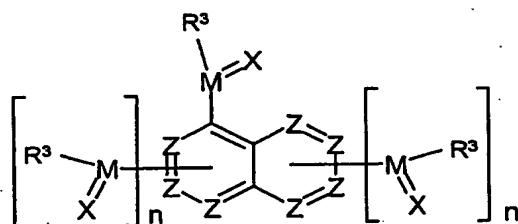
Formel (22)



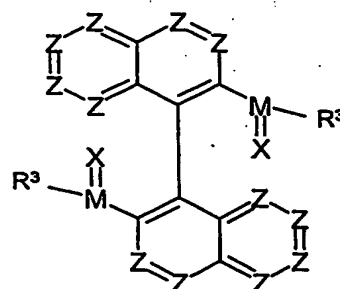
Formel (23)



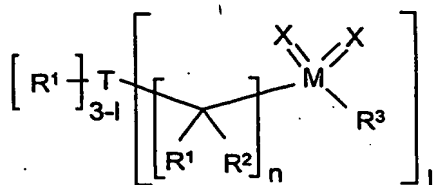
Formel (24)



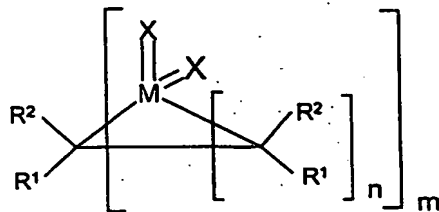
Formel (25)



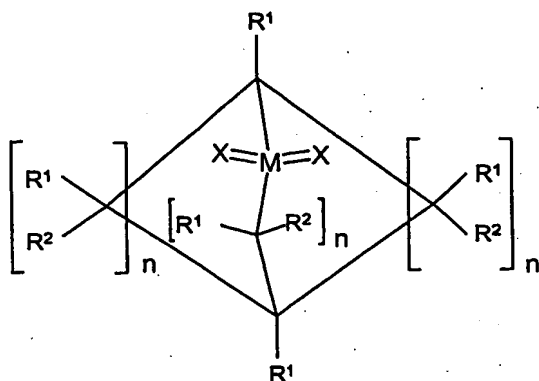
Formel (26)



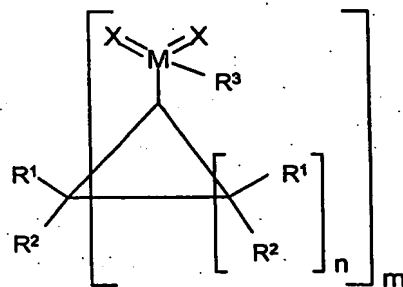
**Formel (27)**



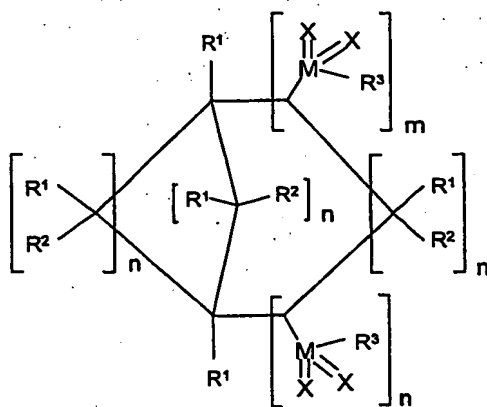
**Formel (28)**



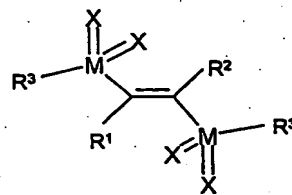
**Formel (29)**



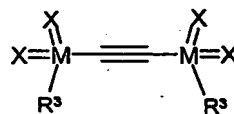
**Formel (30)**



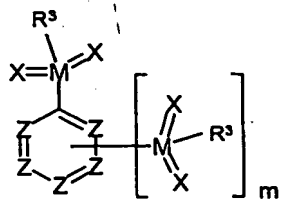
**Formel (31)**



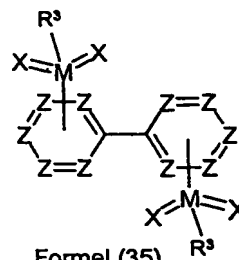
**Formel (32)**



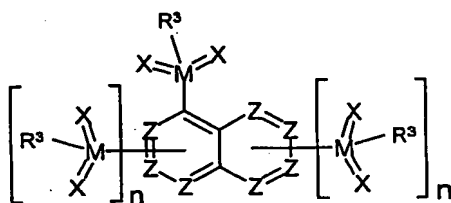
**Formel (33)**



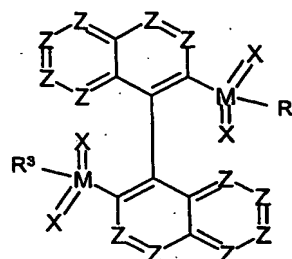
Formel (34)



Formel (35)



Formel (36)



Formel (37)

wobei die Symbole und Indizes folgende Bedeutung haben:

l ist 1, 2 oder 3;

m ist 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

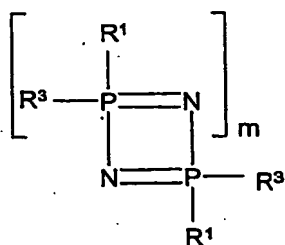
n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0, 1, 2, 3, 4, 5 oder 6;

T ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten B, Al, CR<sup>1</sup>, N, P=O, As=O, Sb=O oder Bi=O;

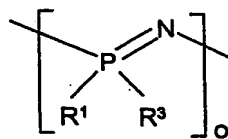
Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR<sup>1</sup> oder N;

und wobei die Symbole L, M, X, R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> und R<sup>10</sup> die in den Ansprüchen 1 und 4 genannte Bedeutung haben.

6. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, enthaltend als Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung gemäß Formel (38) oder (39),



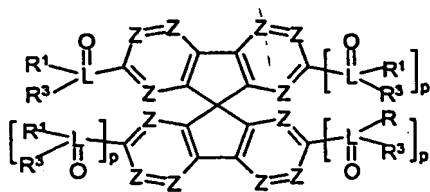
Formel (38)



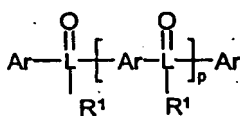
Formel (39)

wobei o eine Zahl von 5 bis 5000000 ist und wobei die Symbole m, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup>, R<sup>4</sup>, R<sup>5</sup>, R<sup>6</sup>, R<sup>7</sup>, R<sup>8</sup>, R<sup>9</sup> und R<sup>10</sup> die in den Ansprüchen 4 und 5 genannte Bedeutung haben.

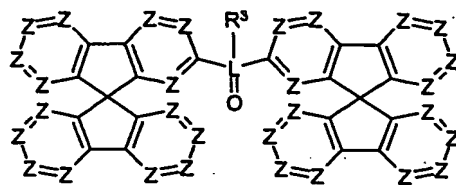
7. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, enthaltend als Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung gemäß Formel (40) bis (48),



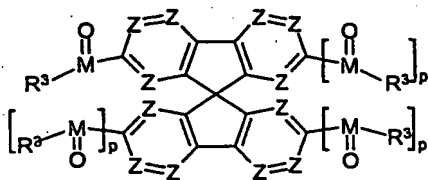
Formel (40)



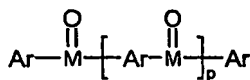
Formel (41)



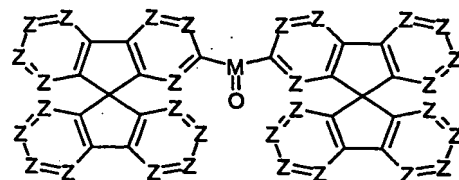
Formel (42)



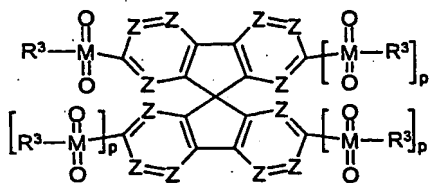
Formel (43)



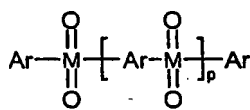
Formel (44)



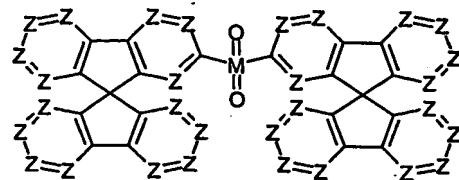
Formel (45)



Formel (46)



Formel (47)



Formel (48)

wobei die Symbole L, M, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> und Z die in den Ansprüchen 1, 4 und 5 genannte Bedeutung haben und für die weiteren Symbole und Indizes gilt:

Ar ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden ein mono- oder bivalentes aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 2 bis 40 C-Atomen, vorzugsweise mit 4 bis 30 C-Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste R<sup>1</sup> substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten R<sup>1</sup>, sowohl am selben Ring als auch an unterschiedlichen Ringen zusammen wiederum ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem aufspannen können;

p ist bei jedem Auftreten gleich oder verschieden 0 oder 1.

8. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, enthaltend als Matrixmaterial A mindestens eine Verbindung der Formel (1) bis (48), dadurch gekennzeichnet, daß gilt:

L ist bei jedem Auftreten P;

M ist bei jedem Auftreten S;

X ist bei jedem Auftreten O;

T ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten B, CR<sup>1</sup> oder P=O;

Z ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CR<sup>1</sup> oder N;

R<sup>1</sup>, R<sup>2</sup>, R<sup>3</sup> ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten CH<sub>3</sub>, CF<sub>3</sub>, -HC=CH- oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 1 bis 40 C-

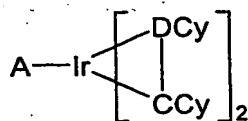
Atomen, wobei ein oder mehrere H-Atome durch F, Cl, Br, I ersetzt sein können und das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^1$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^1$  miteinander ein weiteres mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden können, und wobei  $R^3$  mit  $R^1$  und / oder  $R^2$  ein mono- oder polycyclisches, aliphatisches oder aromatisches Ringsystem bilden kann;

m ist 1, 2 oder 3;

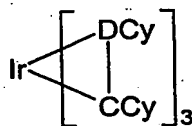
n ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten 0, 1, 2 oder 3;

und wobei die Symbole und Indizes l, o,  $R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$ ,  $R^7$ ,  $R^8$ ,  $R^9$  und  $R^{10}$  die in den Ansprüchen 4, 5 und 6 genannte Bedeutung haben.

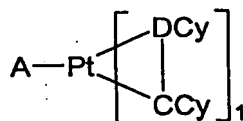
9. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 8, enthaltend als Emitter B mindestens eine Verbindung, dadurch gekennzeichnet, daß sie bei geeigneter Anregung Licht emittiert und mindestens ein Atom der Ordnungszahl größer 38 und kleiner 84 enthält.
10. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 9, enthaltend als Emitter B mindestens eine Verbindung, dadurch gekennzeichnet, daß das Element der Ordnungszahl größer 56 und kleiner 80 Molybdän, Wolfram, Rhenium, Ruthenium, Osmium, Rhodium, Iridium, Palladium, Platin, Silber, Gold oder Europium ist.
11. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, enthaltend als Emitter B mindestens eine Verbindung der Formel (49) bis (52),



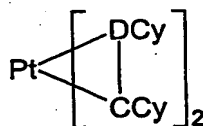
Formel (49)



Formel (50)



Formel (51)



Formel (52)

wobei für die verwendeten Symbole gilt:

DCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die mindestens ein Donoratom enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall gebunden ist und die wiederum einen oder mehrere Substituenten  $R^{11}$  tragen kann; die Gruppen DCy und CCy sind über eine kovalente Bindung miteinander verbunden;

CCy ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten eine cyclische Gruppe, die ein Kohlenstoffatom enthält, über welches die cyclische Gruppe an das Metall

gebunden ist und die wiederum einen oder mehrere Substituenten  $R^{11}$  tragen kann;

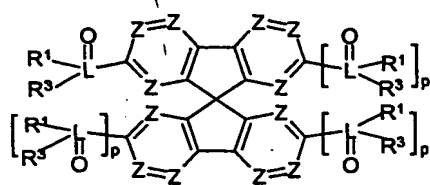
$R^{11}$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H, F, Cl, Br, I,  $NO_2$ , CN, eine geradkettige, verzweigte oder cyclische Alkyl- oder Alkoxygruppe mit 1 bis 40 C-Atomen, wobei ein oder mehrere nicht benachbarte  $CH_2$ -Gruppen durch  $C=O$ ,  $C=S$ ,  $C=Se$ ,  $C=NR^4$ ,  $-O-$ ,  $-S-$ ,  $-NR^5$ - oder  $-CONR^6$ - ersetzt sein können und wobei ein oder mehrere H-Atome durch F ersetzt sein können, oder ein aromatisches oder heteroaromatisches Ringsystem mit 4 bis 14 C-Atomen, das durch einen oder mehrere, nicht-aromatische Reste  $R^{11}$  substituiert sein kann, wobei mehrere Substituenten  $R^{11}$ , sowohl am selben Ring als auch an den beiden unterschiedlichen Ringen zusammen wiederum ein weiteres mono- oder polycyclisches Ringsystem aufspannen können;

A ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten ein zweizählig chelatisierender Ligand;

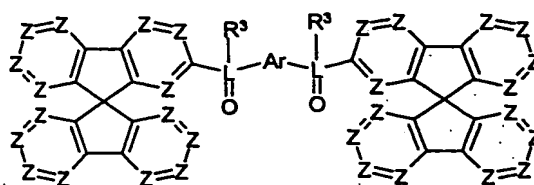
$R^4$ ,  $R^5$ ,  $R^6$  ist gleich oder verschieden bei jedem Auftreten H oder ein aliphatischer oder aromatischer Kohlenwasserstoffrest mit 1 bis 20 C-Atomen.

12. Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 10, enthaltend ein oder mehrere Polymere oder Dendrimere als Matrixmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß das Matrixmaterial eine oder mehrere Struktureinheiten der Formel (1) bis (48) enthält.
13. Mischung gemäß Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer konjugiert, teilkonjugiert oder nicht-konjugiert ist.
14. Mischung gemäß Anspruch 12 und / oder 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Polymer aus der Gruppe der Polyfluorene, Poly-spirobifluorene, Poly-para-phenylene, Poly-carbazole, Poly-vinylcarbazole, Polythiophene oder auch aus Copolymeren, die mehrere der hier genannten Einheiten aufweisen, ausgewählt ist.
15. Mischungen enthaltend mindestens ein Matrixmaterial A gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7 und ein oder mehrere Polymere und / oder Dendrimere gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 12 bis 14.
16. Verbindungen gemäß Formel (40), (41a), (42), (43), (44a), (45), (46), (47a) und (48),

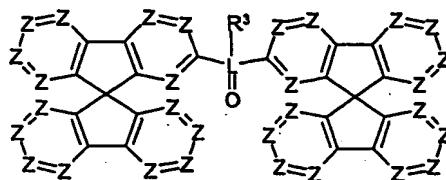
37



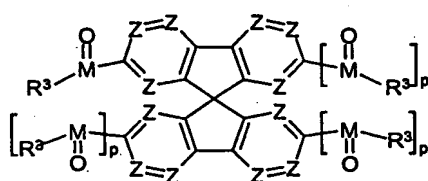
Formel (40)



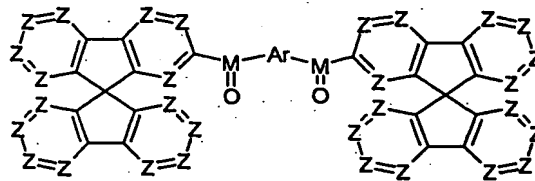
Formel (41a)



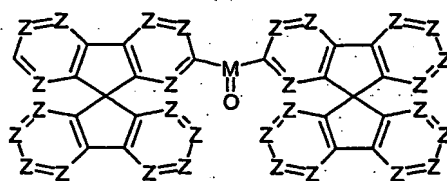
Formel (42)



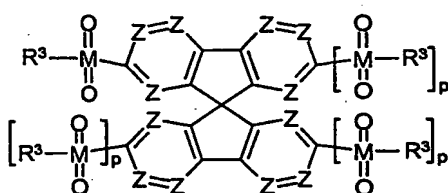
Formel (43)



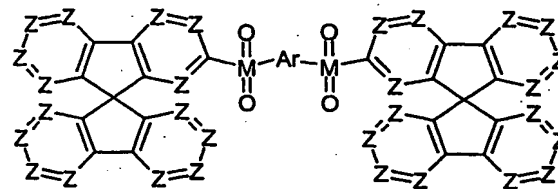
Formel (44a)



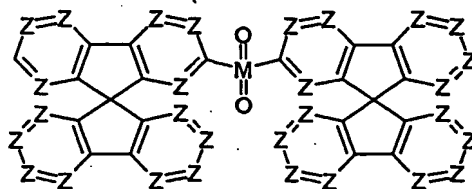
Formel (45)



Formel (46)



Formel (47a)



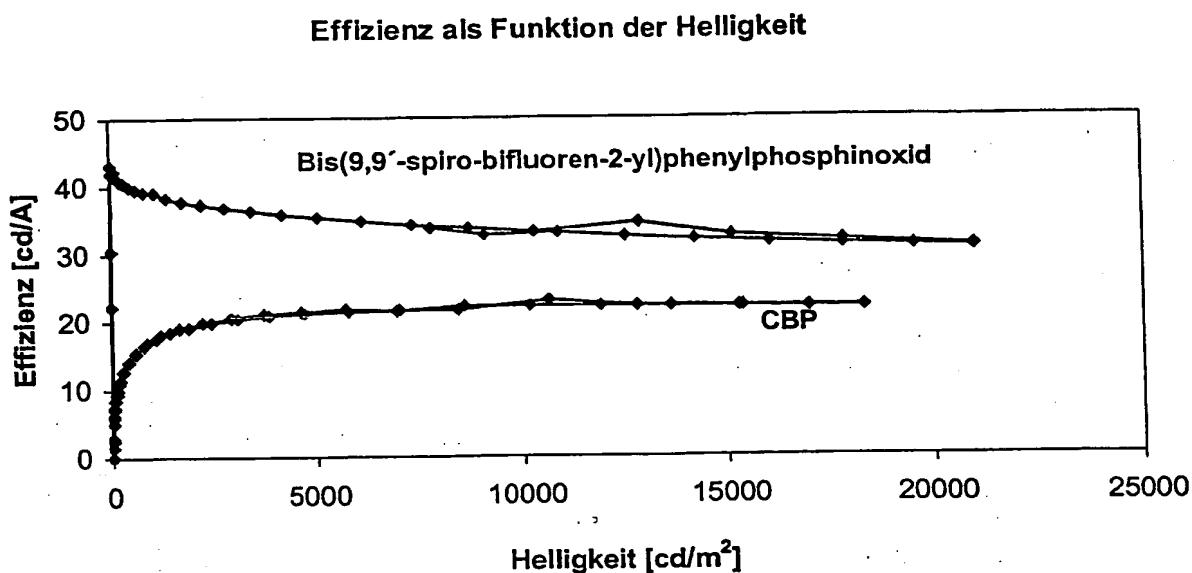
Formel (48)

wobei die Symbole L, M, R<sup>1</sup>, R<sup>3</sup> und Z die in den Ansprüchen 1, 4 und 5 genannte Bedeutung haben, mit der Maßgabe, dass in Formel (43) nicht alle p = 1 sein dürfen, wenn Z = CH und M = S ist und wenn R<sup>3</sup> für eine substituierte oder unsubstituierte Phenylgruppe steht.

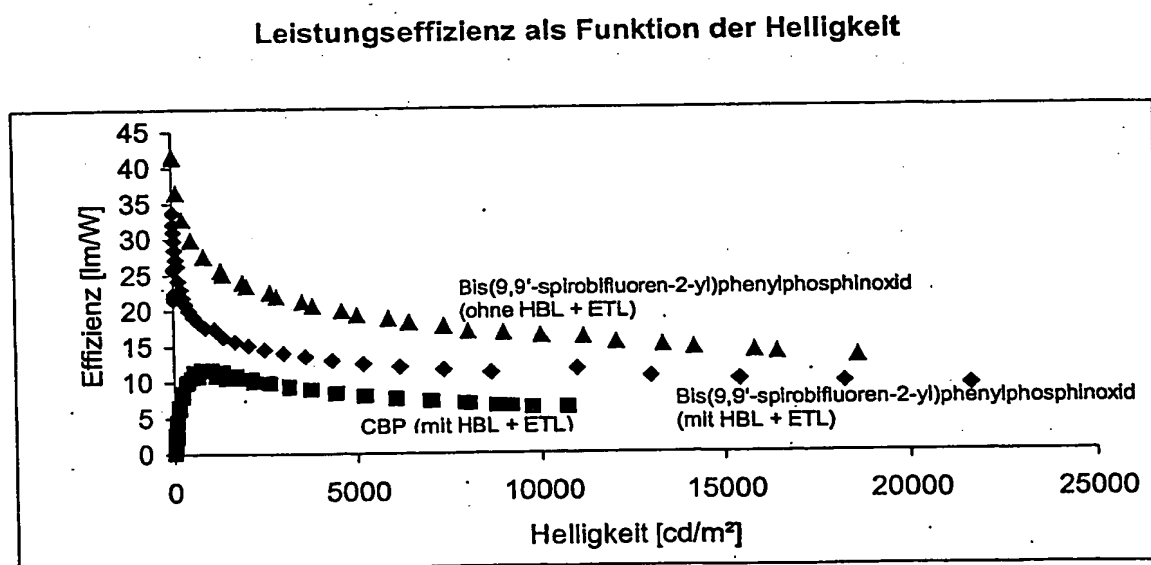
17. Elektronisches Bauteil enthaltend mindestens eine Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 und/oder eine Verbindung gemäß Anspruch 16.
18. Elektronisches Bauteil gemäß Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß es sich um eine Organische Leuchtdiode (OLED), eine Organische Integrierte Schaltung (O-IC), einen Organischen Feld-Effekt-Transistor (OFET), einen Organischen Dünnschichttransistor (OTFT), eine Organische Solarzelle (O-SC), einen Organischen Optischen Detektor, einen Organischen Photorezeptor in der Elektrophotographie oder eine Organische Laserdiode (O-Laser) handelt.
19. Elektronisches Bauteil gemäß Anspruch 17 und/oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 ohne Verwendung einer separaten Lochblockierschicht direkt an eine Elektronentransportschicht grenzt.
20. Elektronisches Bauteil gemäß Anspruch 17 und/oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mischung gemäß einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 15 ohne Verwendung einer separaten Lochblockierschicht und einer separaten Elektronentransportschicht direkt an eine Elektroneninjectionsschicht oder an die Kathode grenzt.
21. Elektronische Bauteil gemäß Anspruch 17 und/oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das elektronische Bauteil eine Organische Leuchtdiode (OLED) ist, die mindestens eine Lochblockierschicht und/oder eine mindestens Elektronentransportschicht und/oder mindestens eine Elektroneninjectionsschicht und/oder weitere Schichten enthält.



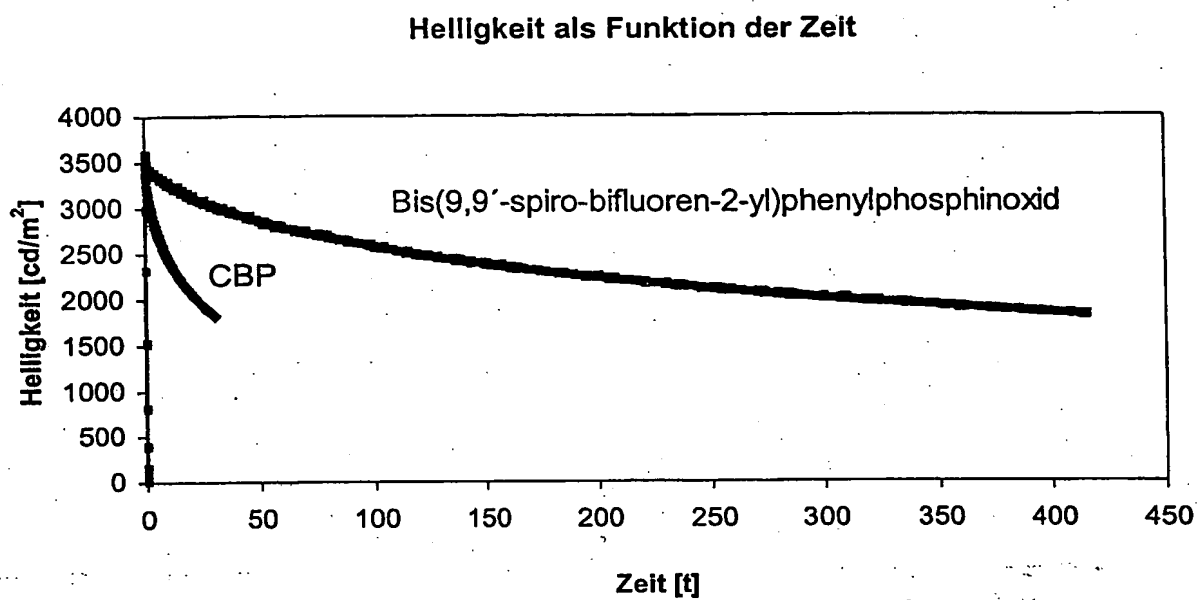
Figur 1:



Figur 2:



Figur 3:



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
13. Januar 2005 (13.01.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer

WO 2005/003253 A3

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: C09K 11/06,  
H01L 51/30

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2004/007421

(22) Internationales Anmeldedatum:  
7. Juli 2004 (07.07.2004)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
103 30 761.3 7. Juli 2003 (07.07.2003) DE  
103 55 380.0 25. November 2003 (25.11.2003) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): COVION ORGANIC SEMICONDUCTORS  
GMBH [DE/DE]; 65926 Frankfurt am Main (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BECKER, Heinrich  
[DE/DE]; Eppsteiner Strasse 5, 65817 Eppstein-Niederjos-  
bach (DE). GERHARD, Anja [DE/DE]; Humboldtstrasse  
29, 97209 Veitshöchheim (DE). STÖSSEL, Philipp  
[DE/DE]; Hortensienring 17, 65929 Frankfurt (DE).  
VESTWEBER, Horst [DE/DE]; Denkmalstrasse 6,  
34330 Gilserberg-Winterscheid (DE).

(74) Anwälte: DÖRR, Klaus usw.; Industriepark Höchst,  
Gebäude F 821, 65926 Frankfurt am Main (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,  
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,  
CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES,  
FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE,  
KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD,  
MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG,  
PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM,  
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM,  
ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für  
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,  
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,  
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,  
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT,  
RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,  
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden  
Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen  
eintreffen

(88) Veröffentlichungsdatum des Internationalen  
Recherchenberichts: 28. April 2005

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: MIXTURES OF ORGANIC EMISSIVE SEMICONDUCTORS AND MATRIX MATERIALS, THEIR USE AND  
ELECTRONIC COMPONENTS COMPRISING SAID MATERIALS

(54) Bezeichnung: MISCHUNGEN VON ORGANISCHEN ZUR EMISSION BEFÄHIGTEN HALBLEITERN UND MATRIX-  
MATERIALEN, DEREN VERWENDUNG UND ELEKTRONIKBAUTEILE ENTHALTEND DIESE

(57) Abstract: The invention relates to novel material mixtures on the basis of at least two substances, one being the matrix material  
and the other one being an emissive emission material and comprising at least one element having an atom number greater than 20.  
The invention also relates to the use of these materials in electronic components such as electroluminescence elements and displays.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung beschreibt neuartige Materialmischungen aus mindestens zwei Substanzen,  
wobei die eine als Matrixmaterial dient und die andere ein zur Emission befähigtes Emissionsmaterial ist und welches mindestens  
ein Element der Ordnungszahl grösser 20 enthält und deren Verwendung in organischen elektronischen Bauteilen wie Elektrolumi-  
neszenzelementen und Displays.

A3

WO 2005/003253

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.

PCT/EP2004/007421

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 C09K11/06 H01L51/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 C09K H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>FUKASE A ET AL: "HIGH-EFFICIENCY ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICES USING IRIIDIUM COMPLEX EMITTER AND ARYLAMINE-CONTAINING POLYMER BUFFER LAYER"</p> <p>POLYMERS FOR ADVANCED TECHNOLOGIES, JOHN WILEY AND SONS, CHICHESTER, GB, vol. 13, no. 8, August 2002 (2002-08), pages 601-604, XP001132787</p> <p>ISSN: 1042-7147</p> <p>the whole document</p> <p style="text-align: center;">----- -/--</p>	1-15, 17-21

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☐ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

30 November 2004

Date of mailing of the international search report

10 1 03 05

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Doslik, N

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/007421

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ADACHI C ET AL: "ARCHITECTURES FOR EFFICIENT ELECTROPHOSPHORESCENT ORGANIC LIGHT-EMITTING DEVICES" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, vol. 8, no. 2, March 2002 (2002-03), pages 372-377, XP001143529 ISSN: 1077-260X the whole document	1-15, 17-21
A	LEE C-L ET AL: "Highly efficient polymer phosphorescent light emitting devices" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, vol. 85, no. 2-3, 22 August 2001 (2001-08-22), pages 228-231, XP004255468 ISSN: 0921-5107 the whole document	1-15, 17-21
A	DJUROVICH P I ET AL: "IR(III) CYCLOMETALATED COMPLEXES AS EFFICIENT PHOSPHORESCENT EMITTERS IN POLYMER BLEND AND ORGANIC LEDS" POLYMER PREPRINTS, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, vol. 41, no. 1, March 2000 (2000-03), pages 770-771, XP001052648 ISSN: 0032-3934 the whole document	1-15, 17-21
A	T. TSUTSUI ET.AL.: "High quantum efficiency in organic light-emitting devices with iridium-complex as a triplet emissive center" JPN. J. APPL. PHYS., vol. 38, no. 12B, December 1999 (1999-12), pages L1502-L1504, XP002308248 the whole document	1-15, 17-21
A	C. ADACHI ET.AL.: "High-efficiency organic electrophosphorescent devices with tris(2-phenylpyridine)iridium doped into electron-transporting materials" APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 77, no. 6, August 2000 (2000-08), pages 904-906, XP002308249 the whole document	1-15, 17-21

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
EP2004/007421

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☒ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:  
  
**see attached PCT/ISA/210**
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
**1-15, 17-21 (in part)**

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The current claims 1-15 and 17-21 relate to a disproportionately large number of possible compounds, products and devices, of which only a small portion are supported by the description (PCT Article 6) and/or can be regarded as having been disclosed in the application (PCT Article 5). In the present case the claims lack the proper support and the application lacks the requisite disclosure to such an extent that it appears impossible to carry out a meaningful search covering the entire range of protection sought. Therefore, the search was directed to the parts of the claims that appear to be supported and disclosed in the above sense, that is on the basis of Ir(PPy)<sub>3</sub> as emitter material, as indicated in the examples (as the only emitter material used).

The applicant is advised that claims relating to inventions in respect of which no international search report has been established normally cannot be the subject of an international preliminary examination (PCT Rule 66.1(e)). In its capacity as International Preliminary Examining Authority the EPO generally will not carry out a preliminary examination for subjects that have not been searched. This also applies to cases where the claims were amended after receipt of the international search report (PCT Article 19) or where the applicant submits new claims in the course of the procedure under PCT Chapter II. After entry into the regional phase before the EPO, however, an additional search can be carried out in the course of the examination (cf. EPO Guidelines, Part C, VI, 8.5) if the deficiencies that led to the declaration under PCT Article 17(2) have been remedied.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely

1. Claims 1-15, 17-21 (in part)

the first group of inventions claims mixtures that consist of a matrix material and an emission material capable of producing emission. Also claimed are electronic components comprising these mixtures.

---

2. Claims 16, 17-21 (in part)

the second group of inventions claims compounds according to formulas indicated in claim 16. Also claimed are electronic components that contain these compounds.

---

A. KLASSTIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 C09K11/06 H01L51/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

**B. RECHERCHIERTE GEBIETE**

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 C09K H01L

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, COMPENDEX, CHEM ABS Data

**C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN**

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	FUKASE A ET AL: "HIGH-EFFICIENCY ORGANIC ELECTROLUMINESCENT DEVICES USING IRIIDIUM COMPLEX EMITTER AND ARYLAMINE-CONTAINING POLYMER BUFFER LAYER" POLYMERS FOR ADVANCED TECHNOLOGIES, JOHN WILEY AND SONS, CHICHESTER, GB, Bd. 13, Nr. 8, August 2002 (2002-08), Seiten 601-604, XP001132787 ISSN: 1042-7147 das ganze Dokument ----- -/--	1-15, 17-21



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

30. November 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

10.1.03.03

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Doslik, N



## Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☒ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen,  
daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich  
siehe BEIBLATT PCT/ISA/210
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

## Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die Internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:  
1-15, 17-21 (partiell)

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## Fortsetzung von Feld II.2

Die geltenden Patentansprüche 1-15,17-21 beziehen sich auf eine unverhältnismässig grosse Zahl möglicher Verbindungen/Produkte/Vorrichtungen, von denen sich nur ein kleiner Anteil im Sinne von Artikels 6 PCT auf die Beschreibung stützen und als im Sinne von Artikels 5 PCT in der Patentanmeldung offenbart gelten kann. Im vorliegenden Fall fehlt den Patentansprüchen die entsprechende Stütze und fehlt der Patentanmeldung die nötige Offenbarung in einem solchen Masse, dass eine sinnvolle Recherche über den gesamten erstrebten Schutzbereich unmöglich erscheint. Daher wurde die Recherche auf die Teile der Patentansprüche gerichtet, welche im o.a. Sinne als gestützt und offenbart erscheinen, nämlich basierend auf Ir(ppy)3 als Emitttermaterial wie in den Ausführungsbeispielen (als einziges verwendetes Emitttermaterial) angegeben ist.

Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass Patentansprüche auf Erfindungen, für die kein internationaler Recherchenbericht erstellt wurde, normalerweise nicht Gegenstand einer internationalen vorläufigen Prüfung sein können (Regel 66.1(e) PCT). In seiner Eigenschaft als mit, der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde wird das EPA also in der Regel keine vorläufige Prüfung für Gegenstände durchführen, zu denen keine Recherche vorliegt. Dies gilt auch für den Fall, dass die Patentansprüche nach Erhalt des internationalen Recherchenberichtes geändert wurden (Art. 19 PCT), oder für den Fall, dass der Anmelder im Zuge des Verfahrens gemäss Kapitel II PCT neue Patentanprüche vorlegt. Nach Eintritt in die regionale Phase vor dem EPA kann jedoch im Zuge der Prüfung eine weitere Recherche durchgeführt werden (Vgl. EPA-Richtlinien C-VI, 8.5), sollten die Mängel behoben sein, die zu der Erklärung gemäss Art. 17 (2) PCT geführt haben.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-15, 17-21(partiell)

Die erste Gruppe von Erfindungen beansprucht Mischungen, die aus einem Matrixmaterial und einem zur Emission befähigten Emissionsmaterial bestehen. Desweiteren werden elektronische Bauteile, diese Mischungen beinhaltend, beansprucht.

---

2. Ansprüche: 16, 17-21(partiell)

Die zweite Gruppe von Erfindungen beansprucht Verbindungen gemäss der in Anspruch 16 aufgeführten Formeln. Desweiteren werden elektronische Bauteile beansprucht, die diese Verbindungen enthalten.

---

C<sub>2</sub>(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	ADACHI C ET AL: "ARCHITECTURES FOR EFFICIENT ELECTROPHOSPHORESCENT ORGANIC LIGHT-EMITTING DEVICES" IEEE JOURNAL OF SELECTED TOPICS IN QUANTUM ELECTRONICS, IEEE SERVICE CENTER, US, Bd. 8, Nr. 2, März 2002 (2002-03), Seiten 372-377, XP001143529 ISSN: 1077-260X das ganze Dokument	1-15, 17-21
A	LEE C-L ET AL: "Highly efficient polymer phosphorescent light emitting devices" MATERIALS SCIENCE AND ENGINEERING B, ELSEVIER SEQUOIA, LAUSANNE, CH, Bd. 85, Nr. 2-3, 22. August 2001 (2001-08-22), Seiten 228-231, XP004255468 ISSN: 0921-5107 das ganze Dokument	1-15, 17-21
A	DJUROVICH P I ET AL: "IR(III) CYCLOMETALATED COMPLEXES AS EFFICIENT PHOSPHORESCENT EMITTERS IN POLYMER BLEND AND ORGANIC LEDS" POLYMER PREPRINTS, AMERICAN CHEMICAL SOCIETY, US, Bd. 41, Nr. 1, März 2000 (2000-03), Seiten 770-771, XP001052648 ISSN: 0032-3934 das ganze Dokument	1-15, 17-21
A	T. TSUTSUI ET.AL.: "High quantum efficiency in organic light-emitting devices with iridium-complex as a triplet emissive center" JPN. J. APPL. PHYS., Bd. 38, Nr. 12B, Dezember 1999 (1999-12), Seiten L1502-L1504, XP002308248 das ganze Dokument	1-15, 17-21
A	C. ADACHI ET.AL.: "High-efficiency organic electrophosphorescent devices with tris(2-phenylpyridine)iridium doped into electron-transporting materials" APPLIED PHYSICS LETTERS, Bd. 77, Nr. 6, August 2000 (2000-08), Seiten 904-906, XP002308249 das ganze Dokument	1-15, 17-21